Über das Vorkommen und die Entstehung des Kautschuks bei den Kautschukmisteln

von

Dr. Hugo Iltis.

(Mit einer einfachen und zwei Doppeltafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. März 1911.)

Einleitung. Im Jahre 1905 berichtete Warburg[1] über die kautschukführenden Früchte einiger venezuelanischen Loranthaceen. Der Kautschukgehalt dieser Früchte war einige Jahre früher von einem Italiener namens Giordana entdeckt worden und hatte, namentlich auf Anregung des Herrn G. Knoop, Direktors der Venezuela-Eisenbahn-Gesellschaft, zu einer eigenen Kautschukindustrie den Anstoß gegeben, deren Ergebnis pro 1905 mit zirka 100 *t* trockenen Mistelkautschuks geschätzt wurde.

Von Herrn Prof. Dr. C. Mikosch, dem ich für die vielfältige Förderung meiner Arbeit an dieser Stelle bestens danke, wurde ich veranlaßt, der Sache nachzugehen. Ich wandte mich an Herrn G. Knoop in Caracas mit der Bitte um Material. In der liebenswürdigsten Weise sandte mir Herr Knoop nicht nur größere Mengen trockener Früchte, sondern auch in mehreren Flaschen mit Formalin fixiertes Material von Früchten und vegetativen Teilen zweier Kautschukmisteln, der großfrüchtigen Kautschukmistel, *Strutanthus syringifolius* Mart., und der mittelfrüchtigen Mistel, *Phtirusa Theobromae* (Willd.) Eichl. Die relativ und absolut kautschukärmeren kleinfrüchtigen Kautschukmisteln [*Phtirusa pyrifolia* (H. B. K.) Eichler, *Phoradendron Giordanae* Warb., *Ph. Knoopii* Warb., *Ph. rubrum* (L.) Grieseb.

---

[1] O. Warburg, Die Kautschukmisteln. Der Tropenpflanzer, 1905, Heft Nr. 15.

und *Strutanthus Roversii* Warb.] lagen mir zur Untersuchung nicht vor.

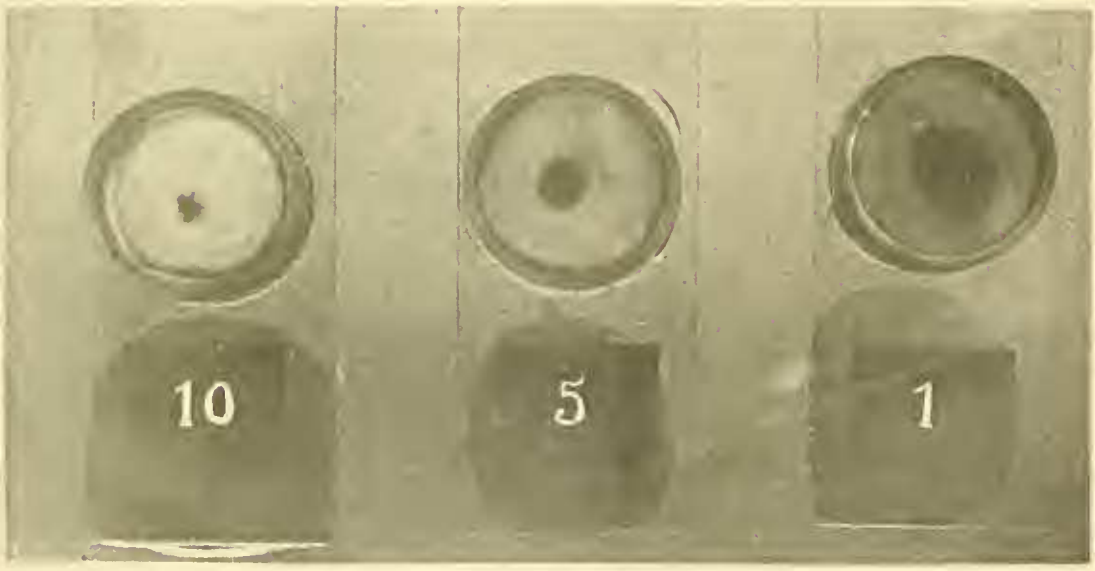
In der kurzen Beschreibung, die Warburg[1] von den Früchten der Kautschukmisteln gibt, heißt es: »Die Entwicklung der Kautschukschichte mikroskopisch und makroskopisch chemisch zu studieren, muß künftigen Untersuchungen überlassen bleiben. Nur soviel läßt sich schon sagen, daß die Kautschukschichte morphologisch dem Viscinmantel der meisten Mistelgewächse u. a. auch unserer einheimischen Mistel entspricht und daß er ebenso wie das Viscin aus der chemischen Umwandlung großer langgedrückter Zellen hervorgeht, wobei die Zellwände zuerst verquellen und erweichen, später aber völlig undeutlich werden; ob der Kautschuk aus dem Material der Zellwände oder aus dem Inhalt der Zellen entsteht, kann erst durch Untersuchung festgestellt werden.«

Eine etwas eingehendere Betrachtung der Fruchtanatomie beider mir vorliegenden Arten zeigte nun einerseits wesentlich andere Verhältnisse, als wie sie Warburg schildert, andrerseits aber soviel des Interessanten, daß eine genauere Beschreibung angemessen erscheint.

Vor allem zeigt ein Längsschnitt durch die reife Frucht an ihrem oberen Ende (Taf. I, Fig. 1, Taf. III, Fig. 14, 15, *V*) eine deutliche Kappe von Viscinschleim, welche neben der Kautschukschichte vorhanden ist, diese (*K*) am oberen Ende überdeckt und daher unmöglich mit ihr homologisiert werden kann. Das Übersehen der Viscinschleimkappe durch Warburg ist umso auffallender, als sich aus der Zeichnung, die dieser Autor neben die Beschreibung von *Phtirusa Theobromae* setzt, ihr Vorhandensein ergibt. Warburg dürfte die kompakte Viscinschleimmasse am oberen Ende für die Fortsetzung der Kautschukschichte gehalten haben, eine Verwechslung, die allerdings durch eine einfache Chlorzinkjodreaktion unmöglich gemacht worden wäre. Die früheren Autoren haben hinwiederum die Kautschukschichte als solche übersehen, obwohl sie in den Zeichnungen oftmals ganz richtig wiedergegeben wird; es wurde hier wiederum die Kautschukschichte für Viscin ge-

[1] L. c., p. 634.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

halten, was man am besten aus der Beschreibung der Frucht von *Phtirusa Theobromae* in der Flora Brasiliensis[1] ersieht, wo es heißt »strato viscaceo totum semen obducente«, eine Angabe, die sich nur auf die Kautschukschichte beziehen kann, da nur diese allein den ganzen Samen umzieht.

Auch die Angabe Warburgs über die Entstehung des Kautschuks selbst, wonach die Zellwände erweichen und verquellen, um später völlig undeutlich zu werden, muß berichtigt werden. Auch bei ganz reifen Früchten sind die Zellwände der Kautschukzellen intakt (Taf. II, Fig. 1, 4; Taf. III, Fig. 17, 18, *K*); besonders, wenn man den Kautschuk, der beim Schneiden leicht die Zellgrenzen überdeckt, zur Lösung bringt, gelingt es leicht, das Vorhandensein der unversehrten Wände der Kautschukzellen nachzuweisen.

Vorkommen und Entstehung des Kautschuks in der Pflanze. Zwei Umstände sind im vorliegenden Falle besonders interessant. Einerseits die Tatsache, daß der Kautschuk sich nur in den Früchten in größerer Menge findet, während für die vegetativen Teile der Loranthaceen, wenigstens in der neueren Literatur[2] kein Kautschukgehalt angegeben wird. Bei den meisten anderen Kautschukpflanzen zeichnen sich gerade die Früchte durch geringen Kautschukgehalt aus, da sie entweder holzig oder, wenn saftig, ohne größere Mengen von Kautschuk sind. Außer den Kautschukmisteln werden nur die Früchte der Bananen, wie Mikosch[3] erwähnt, zur Kautschukgewinnung herangezogen; doch fehlen genauere Angaben über diesen Fall.

Besonders eigenartig aber ist im vorliegenden Falle die Art und Weise der Kautschukentstehung. Bei den allermeisten Pflanzen, aus denen Kautschuk gewonnen wird, entsteht dieser bekanntlich in Milchröhren, die, ob nun gegliedert oder ungegliedert, aus Initialzellen hervorgehen, welche schon im Embryo

---

[1] Martius, Flora Brasiliensis, Vol. V, P. II, p. 52. München 1866—68.

[2] Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. 1899. Vgl. aber die Arbeit von P. F. Reinsch, Beiträge zur chemischen Kenntnis der weißen Mistel. Erlangen 1860.

[3] C. Mikosch in Wiesner »Die Rohstoffe des Pflanzenreichs«, Bd. I, p. 366.

angelegt sind[1] und meist bereits während der Samenreife Milchsaft führen, also während noch eine Verbindung mit dem Milchröhrensystem der Mutterpflanze vorhanden ist; alle Milchröhren der entwickelten Pflanze entstehen durch Wachstum und Verzweigung dieser Initialen.

Nicht in Milchröhren, sondern in eigentümlichen langgestreckten Idioblasten kommt der Kautschuk in den Familien der Hippocrateaceen[2] und Celastrineen[3] vor, in deren Palisadengewebe sich übrigens auch die sogenannten »Kautschukkörperchen«, deren Natur jedoch noch nicht völlig aufgeklärt ist, vorfinden; doch auch hier werden die langen Kautschukzellen ähnlich wie bei den Apocyneen etc. schon im Embryo angelegt und es ist daher auch in diesen Fällen, wie bei den Milchröhren, eine Untersuchung der Genese des Milchsaftes und des Kautschuks aus dem Grunde sehr schwierig, wenn nicht unmöglich, weil der Milchsaft des Samens eigentlich nur ein Teil des Milchsaftes der Mutterpflanze ist und später bei der Samenentwicklung und dem Wachstum der Pflanze nur eine Vermehrung, niemals aber eine völlige Neubildung erfährt. Bei einem in die Familie der Trochodendraceen gehörigen, bis 10 *m* hohen Baum, der in China einheimischen *Eucommia ulmoides*,[4] befindet sich der Kautschuk, der jedoch mehr guttaperchaartiger Natur ist,[5] in schlauchähnlichen, unverzweigten, am Ende oft keulenförmig angeschwollenen Zellen mit einem einzigen Nucleus; hier entstehen diese Kautschukzellen durch Neubildung in Geweben, die in Streckung begriffen und nicht mehr meristmatisch sind. Ähnlich findet sich bei der in

---

[1] Schmalhausen, Beiträge zur Kenntnis der Milchsaftbehälter der Pflanzen. Mem. de l'acad. d. sc. d. St. Pétersbourg, Ser. VIII, T. XXIV, 1877, und G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, 1904.

[2] F. E. Fritsch, Untersuchungen über das Vorkommen von Kautschuk bei einigen Familien der Hippocrateaceen. Beihefte z. bot. Zentr., 1902, p. 283.

[3] A. Metz, Anatomie der Laubblätter der Celastrineen mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens von Kautschuk. Beihefte z. bot. Zentr., 1903, p. 309.

[4] F. E. Weiss, The caoutchouc-containing cells of *Eucommia ulmoides* Oliver. The Transact. of Linn. Soc. Sec. II. Bd., Vol. III, 1892, p. 243.

[5] Nach Dybowsky und Frou, Compt. rend., CXXIX, Nr. 15 (1899).

letzter Zeit von H. Ross untersuchten[1] mexikanischen Kautschukpflanze Guayule, *Parthenium argentatum* Gray, einer Kompositenart, die kautschukliefernde Substanz nicht in Milchröhren; hier sind gewöhnliche Grundgewebszellen der Markstrahlen, der primären Rinde und des Holzparenchyms dicht mit kautschukartigen Stoffen erfüllt. Bei jungen Pflanzen ist nach Ross die Aufspeicherung von Kautschuk noch wenig umfangreich und nimmt erst allmählich zu.

Bei den beiden zuletzt genannten Pflanzen wäre es also möglich, die Entstehung des Kautschuks in den Zellen mikrochemisch zu verfolgen. Ähnlich, aber noch günstiger, liegen die Verhältnisse nun bei den Kautschukmisteln. In den reifen Früchten ist der Kautschuk als Inhalt einer mehrreihigen Zone tafelförmiger Parenchymzellen vorhanden (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig, 1, 4, *K*); in jüngeren Früchten sind an Stelle dieser Zone kleinere isodiametrische Zellen vorhanden (Taf. I, Fig 3; Taf. II, Fig. 3, 5, 8, 13, *K*). Durch eine genaue mikrochemische Untersuchung der Substanzen, die in diesen Zellen vor der Bildung des Kautschuks vorhanden sind, wird es möglich sein, die Frage nach der Entstehung des Kautschuks in der Pflanze, wenn nicht zu beantworten, so doch der Lösung näher zu bringen. Leider gestattete mir mein mit Formalin fixiertes und in bezug auf jüngere Stadien spärliches Material nicht, diese Frage genauer zu verfolgen. Ich mußte mich damit begnügen, die an sich interessante Anatomie der reifen und der jüngeren Früchte gründlich zu studieren und so die Grundlage für eine spätere entwicklungsgeschichtlich-chemische Arbeit über die Entstehung des Kautschuks zu geben, die ich mir für den Fall vorbehalte, daß es mir gelingt, lückenloses frisches oder tadellos fixiertes Material zu erhalten.

Die großfrüchtige Mistel, *Strutanthus syringifolius* Mart., findet sich nach der Flora Brasiliensis[2] als Parasit auf Lauraceen, Mangifereen und nach Knoop auch auf Arten der zu den Minoceen gehörigen Gattung *Juga* und ist ein Sträuchlein mit

---

[1] H. Ross, Der anatomische Bau der mexikanischen Kautschukpflanze »Guayule«, *Parthenium argentatum* Gray. Ber. d. bot. Ges., 1908, XXVIa.

[2] L. c.

zusammengedrückten, teils aufrechten, teils hängenden Zweigen, die in der Jugend grün und dünn, im Alter grau oder weißlich und reich an Lenticellen sind. Die Blätter sind eiförmig oder oblong, spitzig oder zugespitzt und an der Basis in den Stiel verschmälert. Die Blüten sind diöcisch, weißlich oder gelblich gefärbt und stehen in achselständigen armblütigen Rispen. Meist sind zwei bis drei Blüten beisammen, jedoch bildet sich fast immer nur eine davon zur vollkommen reifen Frucht aus.

Vegetative Teile von Strutanthus. Die Anatomie der vegetativen Teile studierte ich namentlich im Hinblick auf das Vorkommen kautschukführender Elemente; es ergab sich jedoch, daß in den vegetativen Teilen keine Kautschukzellen vorhanden sind. Im übrigen zeigten sich fast alle Gewebeelemente, die für die Familie der Loranthaceen nach Solereder[1] charakteristisch sind. Der Stamm weist ein oberflächliches zirka vier Zellreihen starkes Periderm auf; in der Rinde und im Mark finden sich die von Marktanner-Turneretscher[2] im Parenchym von Viscum beobachteten eigentümlichen Steinzellgruppen, deren Lumen entweder spaltförmig verästelt oder infolge einseitiger Verdickung ganz an die Peripherie gerückt und in diesem Falle oft durch einen Kristall von Calciumoxalat ausgefüllt erscheint. Ein Ring mächtiger rindenständiger Bastbündel ist ebenfalls vorhanden. Die Markstrahlen und das Holzparenchym enthalten massenhaft Stärke. Die Zellen des Markes sind dickwandig, mit Tüpfeln versehen und mit braunen, schaumigen oder aus Kügelchen bestehenden Massen erfüllt, die auch einen der Wand anliegenden und in die Tüpfelkanäle eindringenden Schlauch bilden. Mit Alkanna färbt sich der Wandbelag dieser Zellen; sonst sind die darin enthaltenen Massen gegen Reagenzien äußerst widerstandsfähig und höchstwahrscheinlich mit einem später zu beschreibenden Inhaltsstoffe der Frucht, dem Strutanthin, einem ursprünglich flüssigen, erstarrten, harz- und stickstoffreichen Körper, identisch. Die an das Mark anschließenden Holzparenchymzellen, die sehr viel Stärke ent-

---

[1] Solereder, l. c.

[2] Marktanner-Turneretscher, Zur Kenntnis des anatomischen Baues unserer Loranthaceen. Diese Sitzungsberichte, 1885.

halten, gehen ganz allmählich in das Mark mit seinem braunen Inhalt über; ja, bei Anwendung der Sachs'schen Probe sieht man auch in diesem Stärkekörner, die immer mehr zurücktreten, je mehr man gegen das Zentrum geht. Es erweckt so den Anschein, als ob sich die Stärkekörner selbst in die braunen harzähnlichen Kügelchen und Klumpen des Strutanthins umwandeln würden.[1] Es wäre aber auch möglich, daß die Zellen von diesem ursprünglich flüssigen Stoff durchtränkt und die Stärkekörner von ihm umhüllt sind.

Die Anatomie der Blätter zeigt ebenfalls wenig Auffallendes. Sowohl die Ober- als auch die Unterseite trägt zahlreiche Spaltöffnungen. Die Gefäßbündel, in deren Umgebung sich Gruppen von verdickten, getüpfelten Sklereiden finden, zeigen einen Bastbelag. Die Zellen des Parenchyms enthalten ziemlich viel Stärke. Dagegen sind harz- oder kautschukführende Elemente in den Blättern nicht vorhanden. Wenn man Blätter und Zweige mit Alkohol, Äther oder Benzol extrahiert, bleibt nach dem Verdunsten des Lösungsmittels immer nur ein sehr geringer, schmieriger, harzartiger und gar nicht fadenziehender Rückstand. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß im Gegensatz zu den Früchten die vegetativen Teile von *Strutanthus* an harz- und kautschukartigen Stoffen sehr arm sind.

Allgemeiner Aufbau der Strutanthusfrucht. Die Frucht von *Strutanthus* ist, wie bei allen Loranthaceen, nur zum Teil aus dem Fruchtknoten zum Teile aber auch aus dem Gewebe der becherförmigen Blütenachse hervorgegangen und wäre daher als Scheinfrucht zu bezeichnen. Da bei den Loranthaceen der Embryosack sich im zentralen Gewebe bildet, da die Ausgliederung einer Placenta und Samenknospe nur andeutungsweise vorhanden ist, da ferner Integumente vollständig fehlen, so kann von Samenschale und Samen nicht gesprochen werden. Für die Loranthoiden, zu denen *Struthantus* und *Phtirusa* gehören, ist ferner die Ausbildung eines Calyculus (Taf. I, Fig. 1, *Ca*) kennzeichnend, eines von dem Rande der becherförmigen Blütenachse gebildeten kreisförmigen Saumes am

[1] J. Wiesner, Über die Entstehung des Harzes im Innern von Pflanzenzellen. Diese Sitzungsberichte, LXII. Bd., Wien 1865.

oberen Ende der Frucht. Die zylindrische beerenähnliche Scheinfrucht von *Strutanthus* ist 15 bis 18 *mm* lang, 7 bis 9 *mm* dick (Taf. I, Fig. 6, *a*, *b*) und am oberen Ende, woselbst der Calyculus und die Reste der Blüte sich befinden, infolge der hier entwickelten Viscinkappe häufig etwas angeschwollen. Im folgenden wird der äußere aus der becherförmigen Achse hervorgegangene Teil der Scheinfrucht von mir als Hypanthiokarp, die aus der Fruchtknotenwand entstandene Hülle als Perikarp bezeichnet; eine Unterscheidung von Exo-, Meso- und Endokarp an letzterem ist nicht möglich. Es entspricht diese Bezeichnungsweise der Entwicklungsgeschichte viel mehr als z. B. die der Flora Brasiliensis,[1] wo alle Fruchthüllen der Loranthoideenscheinfrucht kurzweg als Perikarp bezeichnet wurden.

Das Hypanthiokarp, die äußere lederig-fleischige Hülle, die am oberen Ende in den kreisrunden Saum, den Calyculus, ausgeht, läßt sich bei der reifen Scheinfrucht leicht von der eigentlichen Frucht ablösen (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, 2, 4), die von dem glatten, gelblichweißen Perikarp umschlossen wird. Die Trennung zwischen Hypanthiokarp und Perikarp wird durch eine der Genese nach zu ersterem gehörige, verschleimende Schichte bewirkt (Taf. I, Fig. 1, *Vg*; Taf. II, Fig. 1, 2, *SCH*), die am oberen Fruchtende mächtig entwickelt ist und hier die Viscinkappe bildet (Taf. I, Fig. 1, *V*; Taf. III, Fig. 14, *V*). Diese Viscinkappe, die beim Ablösen des Hypanthiokarps oft an diesem haften bleibt, bewirkt durch ihre Mächtigkeit eine Verschmälerung des oberen Endes der Frucht, welches von ihr umschlossen wird. Das Perikarp (Taf. I, Fig. 1, *Pk*) geht vom Rande der kreisförmigen Blütennarbe, wo es mit dem Hypanthiokarp verwächst (Taf. II, Fig. 6, *BN*, *K*) als ein die Frucht umgebender Mantel bis hinunter zum Ansatz der sitzenden Frucht.

Die Verwachsungslinie des oberen Randes des Hypanthiokarps mit dem Perikarp ist auch bei reifen Früchten am Längsschnitt leicht daran zu erkennen (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 6, *VW*), daß sich an ihr die Zellreihen des Hypanthiokarps in

[1] Martius, Flora Brasiliensis, l. c., p. 3.

Antiklinen mit den Periklinen des Perikarps begegnen. Die äußerste Schichte des Perikarps bildet die uns vor allem interessierende, im folgenden ausführlich zu beschreibende Kautschukschichte (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, 4, *K*), welche an ihrer Innenseite sechs in gleichmäßigen Abständen vom Fruchtansatz im Bogen zur Blütennarbe emporziehende Gefäßbündelstränge umschließt (Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 3 *g*). Mit den Gefäßbündeln alternierend schließen innen an die Kautschukschichte sechs in der reifen Frucht vielfach zerklüftete (Taf. III, Fig. 1, *Str.*) in der unreifen kompakte (Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 3, *Str.*) radiale Keile eines eigenartigen Gewebes, dessen Zellen von einer erstarrten, braunschaumigen Masse, dem schon bei der Anatomie des Stammes erwähnten Strutanthin erfüllt sind. Zwischen diese Gruppen wiederum schiebt sich sternförmig das von Stärke erfüllte Nährgewebe (Taf. I, Fig. 1, 3; Taf. II, Fig. 1, 4, *N*), das mitten der Länge nach von dem zylindrischen Hohlraum, in welchem der Keimling sich befindet (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, *E*), durchzogen wird. Dieser selbst hat ungefähr die Form eines von der Spitze her gespaltenen Nagels (Taf. I, Fig. 7 *a*, *b*, *c*); den so entstehenden Halbzylindern entsprechen die langen, zugespitzten Cotyledonen, dem Nagelkopf das discusartig verbreiterte obere Ende des Hypocotyls, das aus dem Nährgewebe herausragt.

Das obere, verschmälerte kegelförmige Ende der Frucht, das von der Kautschukschichte mit den an ihrer Innenseite emporziehenden Gefäßbündeln rings umgeben wird, zeigt einen der Länge nach mitten durchziehenden gefäßführenden Gewebestrang (Taf. I, Fig. 1, 8; Taf. II, Fig. 6, 7, *Gs*), der von einer auf dem Scheibchen des Embryos aufliegenden queren Gewebsplatte zur Mitte der Blütennarbe emporzieht. Der übrige hohlzylindrische Raum in diesem oberen Teile der Frucht wird von großen radialen Zellen (Taf. I, Fig. 1, *S*; Taf. II, Fig. 6, *SZ*) erfüllt, die eine sehr interessante krystallinische, ätherlösliche Substanz, die weiter unten genauer besprochen wird, enthalten. Diese bei gelinder Erwärmung klebrige Substanz bildet eine Art Pfropfen über dem Scheibchen des Embryos, der bei der Keimung von vordringenden Scheibchen nach den Seiten und nach unten gepreßt wird.

Im unteren Teile der Frucht sehen wir den ganz kurzen Fruchtstiel in Form eines braunen Gewebszylinders das Hypanthiokarp und die Kautschukschichte durchbrechen; innerhalb der letzteren gehen radial und im Bogen nach aufwärts sechs Gefäßbündel von diesem Gewebszylinder ab, worauf er gegen die Spitze des Keimlings weiterzieht. Hier sitzt seinem Ende ein kleines aus verholzten braunen Zellen bestehendes schüsselartiges Gebilde auf, die für die Loranthaceen charakteristische Collenchym-, respektive Sclerenchymscheide,[1] welche die Spitze des Keimlings umfaßt (Taf. I, Fig. 1, 8; Taf. II, Fig. 8, *Ks*).

Keimung der Kautschukmisteln. Aus den Beschreibungen der Keimung von *Strutanthus*, beziehungsweise aus den beigesetzten Abbildungen,[2] sowie aus meinen eigenen Beobachtungen geht hervor, daß während der Keimung das fleischige Hypanthiokarp nicht mehr vorhanden ist. Es liegt nahe, nach Analogie mit unseren einheimischen Misteln anzunehmen, daß es von Vögeln verzehrt und daß dann die bloß vom Perikarp umhüllte Frucht an den Ästen abgestreift wird. Durch die bei *Strutanthus* nur am oberen Ende ausgebildete Viscinkappe sowie durch die vorerwähnte klebrige Substanz, die einen Pfropf über dem Scheibchen des Embryos bildet, erfolgt die Anheftung an die Rinde des Wirtsbaumes. Daß die zur Anheftung dienenden Substanzen gerade nur über dem Scheibchen zur Ausbildung gelangen, ist insofern biologisch von Bedeutung, als ja vom Scheibchen aus die Entwicklung der Senker erfolgt. Während bei unseren einheimischen Misteln eine Verbreiterung und Abplattung des Stämmchens erst durch den Widerstand der Rinde beim Wachstum erfolgt,[3] ist hier ein breites Haftscheibchen bereits vorgebildet. An einigen Früchten konnte ich den Verlauf der ersten Keimungsstadien beobachten. Der Keimling wächst unter steter Verbreiterung des Scheibchens,

---

[1] M. Treub, Observations sur les Loranthacées. Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg, Vol. II, III, IV.

[2] Engler u. Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, III. Teil, I. Abt., p. 159 (1889) u. R. Wettstein, Handbuch der system. Bot., II. Bd. (1903—08), p. 233.

[3] Pitra, »Über die Anheftungsweise einiger phanerogamischer Parasiten an ihre Nutzpflanzen«. Bot. Zeitg. 1861, p. 58.

das bis 5 *mm* Durchmesser erlangt, vor allem in der Richtung nach oben; dabei werden alle darüber befindlichen Teile der Frucht, vor allem der Pfropf jener erwähnten gelblichen, klebrigen Substanz stark gedrückt, so daß diese Substanz zum Teile an die seitlichen und unteren Teile des Scheibchens gelangt (Taf. I, Fig. 1) und hier eine Art Kragen bildet. Da diese Substanz im weiteren Verlaufe der Keimung an Menge abnimmt, da sie ferner zum großen Teil aus sphäritischen, fettartigen Massen besteht, so wäre es möglich, daß sie nicht nur bei der Anheftung der Frucht, sondern auch bei der Ernährung des Keimlings eine Rolle spielt. Nunmehr beginnen namentlich die mittleren Teile der Cotyledonen zu wachsen, zerreißen die Kautschukhülle und schlüpfen, einen scharfen Bogen bildend, neben dem Scheibchen aus der Frucht heraus (Taf. I, Fig. 7, *d*, *e*).

Bei der Keimung hat die äußere Schichte des Perikarps, der Kautschukmantel, jedenfalls die Funktion, als Schutz gegen das Austrocknen, respektive, falls die ganzen Früchte gefressen werden, als Schutz gegen die Verdauung der inneren Teile zu dienen.

Spezielle Anatomie der Frucht: Hypanthiokarp. Nach dieser allgemeinen morphologisch-biologischen Beschreibung der ganzen Frucht wenden wir uns nun der genauen Anatomie ihrer einzelnen Teile zu.

Das 1 *mm* dicke Hypanthiokarp zeigt eine sehr kräftige Cuticula (Taf. II, Fig. 1, 2, *C*), die sich als durchscheinendes Häutchen ablösen läßt. Namentlich bei Alkoholmaterial zeigt die Cuticula eine leuchtend rote Färbung, die durch einen in den inneren Schichten des Hypanthiokarps enthaltenen roten, flüssigen Stoff bedingt ist. Ähnlich ist ja auch bei Alkoholmaterial von *Viscum* die Cuticula durch das gelöste Chlorphyll leuchtend grün gefärbt. Die Außenwände der Epidermiszellen sind sehr stark und in eigentümlicher Weise verdickt, indem, wo mehrere Zellen zusammenstoßen, in den Außenwänden sich konische Hohlräume befinden. Was den Inhalt der Epidermiszellen und der an diese anschließenden Reihen flacher, kleiner Zellen anlangt, so zeigen sie, wie auch die anderen Teile der *Strutanthus*-Frucht, einen außerordentlichen Reichtum an Gerbstoffen. Durch Eisenchloridlösung werden namentlich die Wände,

aber auch Inhalt und Zellkerne tief dunkel gefärbt. Im übrigen zeigen diese kleinen Zellen helle, der Wand anliegende Schläuche und einen aus farblosen oder gelblichen Tröpfchen bestehenden, in Benzol zum großen Teil löslichen Inhalt. Weiter nach innen zu werden die Zellen größer, die Schläuche, die der Wand anliegen, dicker und gelbbraun gefärbt und im Inhalt fallen besonders große, goldgelbe Tropfen auf, deren Flüssigkeitsnatur sich schon daraus ergibt, daß sie einfach brechend sind; wenn ferner bei Chloralhydratzusatz die Wände quellen, worauf das Lumen sich verengert, fließen mehrere kleinere zu einem größeren Tropfen zusammen. Gleichzeitig werden die Tropfen bei Chloralhydratzusatz entfärbt.

In kaltem Alkohol sind sie unlöslich, in Äther, Benzol und Chloroform leicht löslich. Nach Chlorzinkjodbehandlung sieht man oft im Innern dieser Tropfen einen körnigen, blaugrünen Kern auftreten. Wurden Schnitte mehrere Minuten in siedendem Wasser gekocht, so blieben die Tropfen unverändert und destillierten nicht. Es handelt sich also nicht um ein ätherisches, sondern höchstwahrscheinlich um ein fettes Öl. Die Zellwände dieser sowie der folgenden, noch größeren Zellen der inneren Zellreihen färben sich mit Chlorzinkjod violett und zeigen dann langgestreckte Tüpfel, die eine treppenartige Verdickung bewirken. Die erwähnten größeren Zellen enthalten ebenfalls der Wand anliegende, von kreisrunden Löchern durchbrochene dicke Schläuche, die in ihrem Innern schaumige oder homogene braune Massen, oder endlich ein Gerüst perlschnurartiger, vielfach verschlungener Fasern enthalten (Taf. I, Fig. 4, *Str.*). Gegen Reagenzien und Lösungsmittel ist sowohl die Substanz der Schläuche als auch deren Inhalt äußerst resistent. Diese Substanz ist mit dem Inhalt der Markzellen des Stammes und mit dem der im folgenden beschriebenen, ins Nährgewebe vorspringenden Gruppen brauner Zellen identisch. Ich habe diesen eigenartigen Stoff, dessen genauere Charakterisierung weiter unten folgt und der einen großen Teil der Trockensubstanz der Frucht bildet, vorläufig mit dem Namen »Strutanthin« bezeichnet.

Eine weitere, deutlich differenzierte Schichte des Hypanthiokarps bilden ungefähr 5 bis 6 Zellschichten, deren tangential

abgeflachte Zellen dünne und an den Ecken collenchymatisch verdickte Wände aufweisen (Taf. I, Fig. 4, *Ko*; Taf. II, Fig. 1, 2, *RF*).

Fett und Fettfarbstoff. Sie sind von einem leuchtend roten, dickflüssigen Stoff von charakteristischen Eigenschaften erfüllt, der übrigens auch in den Zellen der vorhergehenden Schichte neben den braunen Strutanthinschläuchen anzutreffen ist.

Dieser Stoff ist in Wasser unlöslich, in kaltem Alkohol schwer, in Benzol, Xylol, Chloroform und Äther leicht löslich. Beim Erhitzen des aus der ätherischen Lösung gewonnenen Rückstandes ergibt sich deutlich Akroleïngeruch. Mit dem Molisch'schen Fettreagens geben die roten Massen wunderschön die Verseifungsreaktion. Zuerst werden sie braunrot, mißfarbig, sodann verwandeln sie sich in einen Haufen feiner, nadelförmiger Krystalle, die sich in Wasser leicht und vollständig lösen.

Auf Papier hinterläßt diese Substanz einen leuchtend roten Fettfleck, der sich aber an der Luft nach einiger Zeit verfärbt; er wird zuerst schmutzigbraun, dann gelblich und endlich farblos.

Durch Salpetersäure wird die rote Substanz entfärbt und bildet eine Menge, sie dicht erfüllender, feiner, nadelförmiger Kryställchen; durch Salzsäure wird die rote Farbe purpurn mit einem Stich ins Bläuliche.

Charakteristisch ist das Verhalten, wenn ein Tropfen der roten flüssigen Substanz mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt wird; er wird zuerst violett und sodann blau und voll von dunkelblauen Körnchen. Nach längerem Liegen im Reagens kehrt die violette Farbe wieder zurück, die dunkelblauen Körnchen bleiben bestehen. Durch dieses Verhalten zeigt sich die nahe Beziehung des roten Farbstoffes, der ja auch hier mit Fett verbunden auftritt, zu den Fettfarbstoffen oder Lipochromen,[1] die alle die gleiche Reaktion zeigen. Es muß allerdings angeführt werden, daß viele Lipochrome auch mit Salpetersäure Blaufärbung zeigen, während hier Entfärbung

[1] Zimmermann, Botan. Mikrotechnik 1892, p. 102.

mit Krystallbildung eintritt. Nichtsdestoweniger glaube ich auf Grund der angeführten Reaktionen zu dem Schlusse berechtigt zu sein, daß der rote, flüssige Stoff, der die inneren Schichten des Hypanthiokarps von *Strutanthus* erfüllt, ein durch einen carotinähnlichen Farbstoff gefärbtes Fett darstellt.

Zwischen den goldgelben Öltropfen und dem roten Fett besteht höchstwahrscheinlich ein genetischer Zusammenhang. Man sieht nicht nur im Hypanthiokarp ganz reifer Früchte hie und da Übergangszellen mit rotgelbem Inhalt, es ist vielmehr auch bei nicht ganz reifen Früchten in denselben Zellen, in denen sich später das rote Fett findet, eine ähnliche, aber gelbe Substanz enthalten. Als innerste Schichte des Hypanthiokarps, das sich, wie schon früher gesagt, glatt vom Perikarp ablösen läßt, erweist sich ein glattes, graues Schleimhäutchen aus flachen, der Länge nach gestreckten Zellen, deren Wände verschleimt, zum Teil zerrissen und undeutlich sind (Taf. II, Fig. 1, 2, *SCH*). Bei der geringsten Zerrung zerreißt dieses Häutchen, das rote flüssige Fett strömt aus den darüberliegenden Zellschichten heraus und färbt die äußerste Schichte des Perikarps, also den Kautschuk, rot. Die Angabe Knoops,[1] daß zwei Sorten großfrüchtiger Kautschukmisteln, die eine mit gelbem, die andere mit rotem Kautschukmantel existieren, ist wohl darauf zurückzuführen, daß in den nicht ganz reifen Früchten die Färbung des flüssigen Fettes, die sich dann auch dem Kautschuk mitteilt, wie oben erwähnt, nicht rot, sondern gelb ist, so daß die nicht ausgereiften Früchte gelben, die ganz reifen roten Kautschuk besitzen.

Viscinkappe. Die Zellen des verschleimenden Häutchens das die innere Grenze des Hypanthiokarps bildet, sind langgestreckt, plattenförmig und mit der Breitseite angewachsen. Gegen den Scheitel der Frucht zu jedoch neigen sie sich, indem sie gleichzeitig viel länger und schmäler werden, radial und schief nach aufwärts (Taf. I, Fig. 1, *Vg*, *V*).

Jetzt liegen die Schleimzellen mit ihren breiteren Seiten übereinander und sind nur mit dem schmalen Anfangsteil am Hypanthiokarp angewachsen (Taf. I, Fig. 5). So entsteht eine den oberen, verschmälerten Teil der Frucht umhüllende

[1] Warburg, l. c.

Viscinkappe (Taf. I, Fig. 1, Fig. 5, *V*), die nach oben und unten zu allmählich auskeilt.

In dieser Viscinkappe, deren ursprünglich farblose Masse sich an der Luft schwärzt, sind zwei Arten von Zellen ausgebildet. Die einen sehen Baumwollfasern ähnlich und sind ganz flach, bandartig, mit einem im Querschnitt spaltförmigen Lumen (Taf. I, Fig. 5, *SCH*), das zum größten Teil körnigen, plasmatischen Inhalt besitzt und langgestreckte, pfropfenartig das Lumen sperrende Zellkerne (Tafel I, Fig. 5, *ZK*) aufweist. Diese Zellen sind die eigentlichen Viscinschleimzellen.

Viscinschleim. Es ist die aufgequollene Membran, die den Schleim bildet; dieser gehört nach der Mangin'schen Einteilung[1] zu den Celluloseschleimen, da er mit Chlorzinkjod Violett-, mit Jod + Schwefelsäure Blaufärbung ergibt. Bei Alkoholzusatz schrumpft die Schleimmembran, in Kupferoxydammoniak ist sie löslich, in Äther, Chloroform etc. unlöslich. Im polarisierten Licht zeigen die verschleimten Wände eine sehr schwache Doppelbrechung, jedenfalls eine viel schwächere als die Zellwände der benachbarten Hypanthiokarpzellen. Wenn man einen Teil der Schleimzellmasse auf dem Objektträger mit Präpariernadeln zerzupft, so werden die ursprünglich regelmäßig neben-, respektive aufeinander gelagerten Schleimzellen in wirr durcheinanderlaufende, dünne Fäden ausgezogen (Taf. I, Fig. 5, *VF*). Man könnte im ersten Augenblick im Zweifel sein, ob ein solcher dünner Faden einer ganzen Zelle entspreche, aber bei einigem Suchen gelingt es immer, zu einem Faden das noch unversehrte Basalstück zu finden; eine Unterscheidung von »Fäden« und »Zellen«, wie sie Tomann[2] macht, scheint mir daher unnötig. Die gedehnten Viscinschleimzellen zeigen häufig senkrecht auf ihre Längsrichtung quere Risse (Taf. I, Fig. 5, *VR*), die bei weiterer Dehnung immer feiner werden, so daß es den Anschein hat, als ob die Zellen von einem Faden spiralig umwickelt wären. Die Angaben über spiralige Ver-

---

[1] Mangin, Bull. de la soc. bot. de France, tom. 41 (1894).

[2] G. Tomann, vgl. Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtschleims von *Viscum album* L. und *Loranthus europeus* L. und dessen biol. Bedeutung. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, 1. Abt. (1906), p. 3.

dickung der Viscinschleimzellen[1] sind jedenfalls auf die Beobachtung derartiger Risse zurückzuführen. Dort wo die Schleimzellen an das Hypanthiokarp ansetzen, ist ihr Lumen etwas erweitert; hier enthalten sie, wie die Jodprobe ergibt, ziemlich viel kleine Stärkekörner. Pectoseschleim, wie er nach Tomann[2] bei *Viscum* neben dem Celluloseschleim und bei *Loranthus* allein vorkommt, ist bei *Strutanthus* nicht vorhanden. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß der Viscinschleim von *Strutanthus* sich von gewöhnlicher Cellulose mikrochemisch fast nicht unterscheiden läßt, während physikalisch in der schwachen Doppelbrechung, in der viel stärkeren Quellbarkeit bei Wasserzusatz und endlich in der Eigenschaft, sich in lange Fäden ausziehen zu lassen, vielfache Differenzen vorhanden sind.

Viscinfett und Viscinharz. Neben und zwischen den Viscinschleimzellen, namentlich in den auskeilenden oberen und unteren Partien des Viscinkragens finden sich breitere, zylindrische Zellen mit dünneren, nicht verschleimten Wänden, deren Inhalt neben Plasma und Zellkern vorwiegend aus langgestreckten, ovalen oder unregelmäßigen, hellen Klumpen (Taf. I, Fig. 5, *VO, VF*) besteht. Ein Teil dieser Klumpen löst sich in Alkohol, in Äther erfolgt rasche und vollständige Lösung; es bleibt nach Ätherbehandlung von jedem Klumpen nur eine Art leere Hülle (Taf. I, Fig. 5, *LH*) übrig. Wenn die ätherische Lösung verdunstet, so macht sich ein scharfer Geruch von Fettsäuren bemerkbar und es krystallisieren lockere, aus vielfach verzweigten Nädelchen bestehende Sphärite heraus, die bei Ätherzusatz abermals rasch in Lösung gehen.

Übrigens finden sich, namentlich bei *Phtirusa*, ähnliche Krystallaggregate auch in mit Alkohol behandelten Präparaten, auf und neben den Ballen (Taf. I, Fig. 5, *Kr*) liegend. Sowohl die Ballen als auch die Krystallaggregate färben sich mit Alkanna schön rot, mit Jodtinktur intensiv gelb. Die Substanz, die diese Ballen bildet, welche ungefähr ein Drittel der Masse

---

[1] F. Czapek, Biochemie der Pflanzen. p. 581 (1905). — Gjokic, Zur Anatomie der Frucht und des Samens von *Viscum*. Diese Sitzungsberichte, Bd. CV (1896).

[2] Tomann, l. c.

der Viscinkappe ausmachen, dürfte mit der schon früher erwähnten und im folgenden genauer beschriebenen, ätherlöslichen krystallinischen Masse über dem Scheibchen des Embryos nahe verwandt und zum Teil harz-, zum Teil fettartiger Natur sein. Im Gegensatz zum »Viscinschleim« soll sie als »Viscinharz«, respektive »Viscinfett« bezeichnet werden; es handelt sich wahrscheinlich um eine nicht einheitliche, sondern aus harz- und fettartigen Körpern zusammengesetzte Substanz. Der in der Warenkunde und hie und da in älteren botanischen Werken als »Viscin« bezeichnete Stoff dürfte dieser Substanz und nicht dem Schleim nahestehen. In Weidinger's Warenlexikon[1] heißt es von diesem Körper: »Vogelleim, Viscin: Der echte Vogelleim ist ein bräunlichgraues, zähes, an der Luft in dünner Schicht allmählich erhärtendes Weichharz . . ., welches sich in Äther, Chloroform . . . auflöst. Zur Gewinnung benutzt man bei uns Früchte und Rinde der Mistel.« Da dieser Körper zu praktischen Zwecken, also in großer Menge aus den Früchten gewonnen wird und jedenfalls auch in größerer Menge im Fruchtschleim vorkommt, so erscheint es auffällig, daß er in den ausführlichen Untersuchungen der Fruchtanatomie und des Schleims der Mistel von Tomann[2] und Gjokic[3] nicht genauer beschrieben wird. Da in bezug auf den Terminus »Viscin« in der Literatur eine bedauerliche Unsicherheit zutage tritt, indem einerseits der Schleim,[4] andrerseits die eben beschriebenen harz-, respektive fettartigen Körper[5] mit diesem Namen belegt werden, so möchte ich vorschlagen, solange chemische Termini für diese differenten Stoffe nicht vorliegen, sie durch die Namen »Viscinschleim« und »Viscinharz«, respektive »Viscinfett« voneinander zu unterscheiden.

Kautschuk in Viscum album? Diese genannten Körper wurden in einer Arbeit von P. F. Reinsch, »Beiträge zur

---

[1] G. Weidinger's Warenlexikon der chemischen Industrie und Pharmazie. Herausgegeben von Dr. T. E. Hanausek. Leipzig 1896. p. 871.

[2] L. c.

[3] L. c.

[4] Czapek, Gjokic, Tomann, l. c.

[5] Reinsch, Weidinger, l. c.

chemischen Kenntnis der weißen Mistel«[1] genauer untersucht. Da diese Arbeit in der neueren botanisch-chemischen, respektive anatomischen Literatur nirgends erwähnt wird und da sie, besonders heute, nach Entdeckung der kautschukführenden Loranthaceen, von Interesse erscheint, sei es mir gestattet, etwas näher auf sie einzugehen. Das Zitat und eine lateinische Inhaltsangabe fand ich an einer ziemlich versteckten Stelle der »Flora Brasiliensis«, in einem »de qualitatibus et usu« betitelten Anhang[2] zu der systematischen Bearbeitung der Loranthaceen. Nachdem ich die Originalarbeit von Reinsch gelesen habe, kann ich ihren hier interessierenden Inhalt doch nicht besser wiedergeben, als mit den Worten des Zitats der »Flora Brasiliensis«. Es lautet: »Viscinum crudum.... e tribus substantiis mixtum est; alia cereacea flava, secunda sui generis viscinum proprie dicta et tertia Caoutchouc affinis (!!) cui praecipue tenacitatem debet. Viscinum purum vel proprium substantiam sistit hyalinam consistentia mellis, parum tenacem nullius saporis nec odoris, ponderis specifici 1·0, quae chartae papyraceae applicata pinguedinis maculam in ea relinquit. .... Chemice viscinum componitur e Carbone 57·5%, Hydrogenio 11·5 et Oxygenio 30·6% ($H_{23}C_{20}O_8$); substantia illa caoutchouc affinis autem e C 75·5, H 12 et O 12·5% (H_8C_8O) = H_7C_8+HO ita ut, quum coutchouc compositione gaudeat H_7C_8, ex ipso caoutchouc et uno aquae aequivalente constare videatur.« Bei der Analyse, die Reinsch vom Vogelleim oder Rohviscin gibt, fällt, neben den in jener Zeit gebräuchlichen, von den heutigen abweichenden Formeln der Umstand auf, daß er den Viscinschleim, der ja mehr als die Hälfte der Substanz des Vogelleims darstellt, fast ganz übersieht und nur die harz- und fettartigen Komponenten berücksichtigt, während die modernen Autoren, wie früher gezeigt wurde, den umgekehrten Fehler machen.

Ganz besonders überraschend aber erscheint die Behauptung, daß auch unsere gewöhnliche weiße Mistel in den Früchten und auch in den vegetativen Teilen Kautschuk

---

[1] R. F. Reinsch, l. c.

[2] Martius, Flora Brasiliensis. Vol. V. P. II. München 1866—68, p. 134.

enthalte, was namentlich in bezug auf die Bestätigung der Auffassung interessant wäre, daß sich die Familienzugehörigkeit der Pflanze bis in chemische Details dokumentiert. Da ich durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. Hugo Zimmermann (Eisgrub) eine größere Menge (28 *kg*) frischer, mit Früchten beladener Mistelzweige erhalten hatte, wandte ich mich an den Vorstand des agrikulturchemischen Laboratoriums der hiesigen technischen Hochschule, Herrn Prof. Max Hönig, der in liebenswürdigster Weise die Nachprüfung der Reinsch'schen Angaben unternahm und dem ich an dieser Stelle für seine gütige Unterstützung meiner Arbeit bestens danke.

Genau nach den Reinsch'schen Angaben wurde die abgeschabte Rinde der Zweige nacheinander mit Wasser, Alkohol, Äther und Terpentinöl gründlich extrahiert. Wenn auf diese Weise aus den Rückständen der Lösungen auch nur geringe Mengen der betreffenden Substanzen gewonnen wurden, so konnte doch der Vergleich mit den von Reinsch charakterisierten Stoffen vorgenommen werden. Aus der alkoholischen Lösung ergab sich, wie bei Reinsch, ein wachsartiges, gelbes Harz, aus der Ätherlösung eine dickflüssige, nach Fruchtäther riechende Substanz, die aber im Gegensatz zu dem verseifbaren Reinsch'schen »Viscin« eine tief dunkelgrüne Farbe aufwies, die sich auch durch nochmalige Extraktion mit heißem Alkohol nicht entfernen ließ.

Insbesondere aber wurde der Rückstand der Terpentinöllösung, den Reinsch als kautschukartige Masse bezeichnet und den er »Viskautschin« nennt, einer gründlichen Untersuchung unterzogen. Schon die physikalischen Eigenschaften der braungelben, sirupartigen, zähen Masse die sich in lange, aber kaum elastische Fäden ausziehen läßt, schienen nicht auf die Gegenwart von Kautschuk hinzudeuten. Da die moderne Chemie in dem so charakteristischen Auftreten des Bromderivats eine ebenso verläßliche als empfindliche Reaktion auf die Gegenwart kautschukartiger Substanzen besitzt, so wurde versucht, das erwärmte Derivat zu erhalten. Die Petroleumlösung des »Viskautschins« wurde mit einer Lösung von Brom in Tetrachlorkohlenstoff versetzt. Schließlich wurde, um

eine eventuelle Fällung zu vervollständigen, Alkohol hinzugesetzt. Der Erfolg war jedoch negativ, es ergab sich eine vollständig klare Lösung ohne eine Spur von Fällung. Es ist also sicher, daß die aus der Terpentinöllösung gewonnene Substanz weder Kautschuk noch ein kautschukartiger Körper sein kann.

Die Differenz zwischen diesem Befund und den Reinschschen Angaben ist wohl zum großen Teil darauf zurückzuführen, daß zu jener Zeit, vor mehr als einem halben Jahrhundert, weder die Eigenschaften des Kautschuks genau bekannt, noch sichere Reaktionen auf diesen Körper vorhanden waren. Es könnte aber auch sein, daß Reinsch — obwohl er keine diesbezüglichen Angaben macht — sein Untersuchungsmaterial zu einer anderen Jahreszeit gesammelt hat. Da man im allgemeinen den Vogelleim aus den Mistelzweigen im Frühjahr gewinnt, während mein Material im Winter gesammelt wurde, könnte es sein, obwohl dies nicht wahrscheinlich erscheint, daß auch dieser Umstand an dem abweichenden Ergebnisse schuld ist.

Vorläufig wäre aber auf jeden Fall festzuhalten, daß *Viscum album*, unsere weiße Mistel, in ihren vegetativen Teilen im Winter keine Spur von Kautschuk oder kautschukähnlichen Stoffen enthält und daß die diesbezüglichen Angaben von Reinsch zu korrigieren sind.

Wundharzbildung bei Viscum album. Bei Gelegenheit der Untersuchung der vegetativen Teile unserer Mistel habe ich eine interessante Beobachtung gemacht, die ich hier nur ganz kurz und vorläufig mitteilen möchte. An vielen Wundstellen von *Viscum album*, sowohl an zufälligen Rissen, die sich öfters lenticellenartig am Stamme finden, ferner an den Narben der abgefallenen Blätter und Zweige, aber auch hie und da in Hohlräumen im Innern der Gewebe tritt eine hellgelbe bis braune durchsichtige, allem Anschein nach erstarrte, spröde Masse heraus, die sich in Alkohol rapid und vollständig löst. Diese Substanz findet sich, wie gesagt, auch im Innern der Gewebe, wo sie harzgallenartig Hohlräume ausfüllt, die von einem hyperplastischen Gewebe umgrenzt werden. Da bekanntlich *Viscum* wohl eine ausdauernde Epidermis mit ungemein

stark verdickter Cuticula, aber keinerlei Kork besitzt, so ist es klar, daß ein derartiges aus den Wunden fließendes und davor erstarrendes Harz als Wundverschluß biologisch für die Pflanze von größter Bedeutung ist. Das Vorhandensein von Harzfluß bei *Viscum* und dessen Funktion als Wundverschluß ist meines Wissens bisher nicht beobachtet worden. Eine genauere Untersuchung der diesbezüglichen Verhältnisse habe ich bereits begonnen und hoffe, in einiger Zeit ihre Resultate mitteilen zu können.

Kautschukschicht der Strutanthusfrucht. Nach dieser Parenthese schreiten wir in der Beschreibung der Fruchtanatomie von *Strutanthus* fort. Innerhalb des Hypanthiokarps befindet sich die von dem glatten, gelblichen Perikarp umschlossene, eigentliche Frucht. Die äußerste Zellschicht des Perikarps besteht aus ganz flachen, breiten Zellen. Unter diesem Häutchen befindet sich die Kautschukzone (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, 4, *K*). Diese ist um die ganze Frucht herum ziemlich gleichmäßig entwickelt, nur ganz oben, gegen die Blütennarbe zu, wird sie dünn und der Kautschukmantel geht hier in mehrere Spitzen aus. Auf einem Querschnitt durch die Mitte einer reifen Frucht sieht man die Kautschukzone aus drei bis vier tafelförmigen, tangential abgeflachten Zellen bestehend, deren Wände, wenn der Schnitt glatt geführt wird und kein herausgerissener Kautschuk die Grenzen überdeckt, ohne weiteres sichtbar sind. Besonders deutlich treten sie nach Lösung des Kautschuks, Quellung mit Kalilauge und Behandlung mit Chlorzinkjod hervor, wobei sie sich schön violett färben. In reifen Früchten erscheint eine jede Zelle von einem gelblichgrauen Kautschukklumpen erfüllt, der in einer hyalinen Grundmasse Körnchen und Kügelchen erkennen läßt und durch Koaleszenz des in jungen Früchten milchsaftartigen Inhalts entstanden ist; in jüngeren Früchten ist das Vorhandensein von Milch wohl auch am konservierten Material zu erkennen, da durch Druck auf den oberen verschmälerten Teil der Frucht aus der Kautschukschicht Milchsafttröpfchen hervortreten, die sich in Benzol rasch und vollständig lösen. Bei gekreuzten Nicols erscheint der Kautschuk in den Zellen nur ganz schwach doppelbrechend, während nach Wiesner der Roh-

kautschuk bekanntlich starke Doppelbrechung zeigt. Es ist aber möglich, daß diese Doppelbrechung infolge der auch im Innern der fixierten Frucht herrschenden Spannung enstanden ist. Was die Löslichkeitsverhältnisse anlangt, so löst sich aus den Schnitten bei längerem Belassen in Benzol, Toluol, Schwefelkohlenstoff oder Äther der größte Teil des Inhalts aus den Kautschukzellen heraus. Beim Zusatz dieser Reagenzien unter das Deckglas quillt zuerst der Inhalt der Zellen, ohne sich ganz zu lösen, bedeutend auf und bildet eine bald den ganzen Schnitt bedeckende durchscheinend körnige Masse. Das beste Lösungsmittel ist auch hier, wie nach Payen für Kautschuk überhaupt, eine Mischung von 6 bis 8 Teilen absoluten Alkohols + 100 Teilen Schwefelkohlenstoff; nach Behandlung mit diesem Lösungsmittel zeigt sich auch in ganz reifen Früchten der Rest des der Wand anliegenden Plasmaschlauchs.

Über das Verhalten des Kautschuks gegenüber Reagenzien ist folgendes zu erwähnen: bei Behandlung der Schnitte mit Kalilauge zeigen die Kautschukzellen entlang der Wand eine rotviolette Färbung, ein Verhalten, das an jenes mancher Milchsäfte[1] erinnert. Ob die schwach rosenrote Färbung, die das Millon'sche Reagens dem Kautschuk verleiht, auf der Färbung des Plasmaschlauchs beruht oder ob es sich um eine Eigenreaktion des Kautschuks handelt, wie sie ja auch nach Molisch[2] bei den Milchsaftkügelchen eintritt, konnte ich nicht feststellen.

Bei Behandlung mit Jod und jodhaltigen Reagenzien färbt sich der Kautschuk intensiv braungelb. Durch Alkanna wird er schön rot gefärbt, während bei Zusatz von Osmiumsäure nur eine ganz geringe Schwärzung eintritt. Mit Eisenchlorid tritt Schwärzung der Wände der Kautschukzellen ein, während sich der Inhalt kaum färbt.

Mistelkautschuk. Die Menge des Kautschuks in den frischen, reifen Früchten beträgt nach Warburg zirka $7^1/_2\,\%$, die getrockneten Früchte von *Strutanthus syringifolius* enthalten nach den Untersuchungen von Dr. Fendler $26{\cdot}37\,\%$ durch

[1] H. Molisch, Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen. Jena 1901.

[2] L. c.

Tetrachlorkohlenstoff extrahierbare Stoffe, von denen 15·02% aus Kautschuk, der Rest aus Harz besteht. Aus den trockenen Früchten wird, wie mir Herr Knoop brieflich mitteilte, der Rohkautschuk durch Stampfen und Waschen der Masse gewonnen.

Von Herrn Knoop erhielt ich auch mehrere Proben von rohem Mistelkautschuk zugesandt, allerdings ohne genauere Angabe, ob der Kautschuk aus trockenen, reifen Früchten oder, wie in neuerer Zeit üblich, aus dem ausgepreßten Milchsaft junger Früchte gewonnen wurde. Der Rohkautschuk, der in Venezuela auch Tinakautschuk genannt wird, ist von außen dunkelbraun; beim Anschneiden zeigt er innen eine rötlichgraue oder grauweiße Farbe, die aber an der Luft rasch dunkel wird, eine Erscheinung, die nach Raciborski[1] auf die im Kautschuk enthaltenen Oxydasen zurückzuführen ist. Für die Löslichkeit des Rohkautschuks gilt das über den in den Zellen befindlichen Kautschuk Gesagte. Besonders auffällig ist die Löslichkeit im Äther; hierbei verwandelt sich der Kautschuk in eine sirupartige Masse, die umso dünnflüssiger wird, je mehr Äther man hinzusetzt.

Wenn man den Rohkautschuk nach Behandlung mit Lösungsmitteln auf dem Objektträger untersucht, so sieht man viele mit Chlorzinkjod sich violett färbende Zellwandfetzen. Zwei von den Proben zeigten massenhaft Stärkekörner; merkwürdig war hierbei, daß diese mit Jod keine Blaufärbung ergaben, sondern erst mit Chlorzinkjod. Ich führe dies darauf zurück, daß jedes einzelne Korn vom Kautschuk ganz eingehüllt war, der nur dem letzteren Reagens den Durchtritt gestattete. Jedes Stärkekorn zeigte im polarisierten Licht deutlich das Kreuz. Auffällig ist es, daß in allen vier mir vorliegenden Proben des Mistelkautschuks nur Spuren von Strutanthin, jener schon erwähnten, gegen Reagenzien überaus widerstandsfähigen braunschaumigen Masse, vorhanden waren, obwohl diese Substanz in der trockenen Frucht einem ziemlichen Prozentsatz ausmacht; auch sonst zeigt der Kautschuk nur wenig nicht der Kautschukschicht angehörige Gewebs-

[1] Raciborski: Ber. d. bot. Ges., 1898, p. 52.

elemente; diese werden jedenfalls bei der Aufbereitung entfernt. Daß auch bei anderen Arten der Gattung *Strutanthus* (z. B. *Strutanthus marginatus* [Desr.] Bl.) ein Kautschukmantel vorliegt, ist schon nach den Bildern der Fruchtschnitte in der Flora Brasiliensis wahrscheinlich; ebenso werden auch die verwandten Gattungen auf das Vorhandensein von Kautschuk zu untersuchen sein.

Krystallisierendes Fett und kautschukartige Substanz über dem Haftscheibchen. In dem oberen verschmälerten Teil der Frucht findet sich innerhalb der Kautschukschicht und oberhalb des Embryoscheibchens in großen radialen Zellen eine gelbliche Substanz (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 6, 9, *SZ*), die knetbar wie Bienenwachs ist und in der Wärme klebrig und fadenziehend wird. Gewöhnlich bildet die Substanz einen 1 *mm* hohen und ebenso breiten kegelstumpfartigen Klumpen über dem Scheibchen des Embryos. Sie wird mitten durchzogen von einem Gefäßbündelstrang, der nach oben sich in den Griffel fortsetzt, nach unten in eine braune Schuppe sich verbreitert, die dem Scheibchen des Embryos unmittelbar aufliegt; in diesen Gefäßbündelstrang (Taf. II, Fig. 3, 6, *GS*), den ich kurz Griffelstrang nennen will, wächst während der Entwicklung der Embryosack hinein, beziehungsweise nimmt der Embryoträger seinen Anfang. Beim Reifen der Frucht wird oft ein Teil der Substanz von dem vordringenden Embryoscheibchen seitwärts gedrückt und bildet dann unterhalb des Scheibchens eine Art Kragen. Durch den Druck des Embryos reißt übrigens auch des öfteren der Kautschukmantel, der die Scheidewand zwischen dieser Substanz und dem Viscin bildet, und diese Substanz gelangt in das Viscin hinein. In Früchten, die in der Keimung schon weit vorgeschritten sind, scheint die Substanz an Masse abzunehmen.

Der Inhalt der radialen Zellen, in welchen sich diese Substanz befindet, besteht aus großen, stark lichtbrechenden Klumpen, die annähernd farblos erscheinen. Bei Beobachtung zwischen gekreuzten Nicols zeigen sich diese Klumpen erfüllt von einem Gewirr feiner, nadelförmiger, in schönen Polarisationsfarben aufleuchtender Krystalle.

Nur ein kleiner Teil der Substanz löst sich in Alkohol und bildet dann nach dem Verdunsten auf dem Objektträger einen weißen Belag. In Schwefeläther hingegen löst sich die ganze Substanz spielend bis auf die Zellwände.

Beim langsamen Verdunsten des Äthers entstehen Gruppen von nadelförmigen Krystallen und größere sphärokrystallinische Massen (Taf. I, Fig. 10 *a—d*), die gleichfalls aus solchen Nadeln bestehen; diese Krystallgruppen liegen in einer hyalinen farblosen Grundmasse, die sich in lange, sehr zähe und elastische Fäden ausziehen läßt, die beim Loslassen sich verkürzen. Will man einen Sphärit aus der hyalinen Grundmasse herausnehmen, so zieht er sich samt der Grundmasse in einen elastischen von Krystallnadeln erfüllten Faden aus.

Auch in heißem Alkohol und in heißem Eisessig löst sich ein großer Teil der Substanz. Vollständig löslich ist sie auch in Benzol, Xylol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Tetrachlorkohlenstoff.

Mit Jodverbindungen färbt sie sich gelb, mit Alkanna schön rot. Von Osmiumsäure wird sie nicht geschwärzt.

Beim Erhitzen wird die Substanz flüssig und verliert die Doppelbrechung; beim weiteren Erhitzen wird sie braun, sehr zähe, klebrig und verbrennt mit rußender Flamme. Ein deutlicher Akroleïngeruch war nicht zu konstatieren. Desgleichen gelang es nicht, mit dem Molisch'schen Fettreagens die Klumpen ganz oder teilweise auf dem Objektträger zu verseifen.

Da den beiden vorliegenden Substanzen, der hyalinen Grundmasse und der krystallisierenden Substanz, mikrochemisch nicht näher beizukommen war, da andrerseits größere Mengen zur Verfügung standen, wandte ich mich an Herrn Prof. M. Hönig, der in liebenswürdigster Weise die makrochemische Untersuchung übernahm.

Um zu konstatieren, ob es sich bei den sphärokrystallinischen, ätherlöslichen Massen um lecithinartige Stoffe handle, wurde auf Phosphor untersucht; der Erfolg war jedoch negativ, bei Behandlung mit molybdänsaurem Ammon ergab sich kein Niederschlag. Da ferner Tschirch[1] im Kautschuk die

[1] Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter mit Einschluß der Milchsäfte. 1906.

Danialbane, die zum Teile auch in Sphäriten krystallisieren und ätherlöslich sind, gefunden hat und die nahe Verwandtschaft dieser Körper mit den Phytosterinen betont, wurden auch die Phytosterinreaktionen ausgeführt. Die aus der ätherischen Lösung gewonnene Substanz wurde in heißem Eisessig gelöst. Beim Verdunsten auf dem Wasserbade zeigten sich jedoch nicht die für Cholesterine charakteristischen Krystalle, sondern trübe Tropfen. Auch die Liebermann'sche und ebenso die Sulkowsky-Hesse'sche Cholesterinreaktion ergaben ein negatives Resultat: Wurde die Chloroformlösung mit Schwefelsäure geschüttelt, so zeigte wohl die Schwefelsäure eine blutrote Farbe, das Chloroform wurde jedoch nur schwach gelb gefärbt. Bei Anwesenheit von Cholesterinen hätte das über der Schwefelsäure angesammelte Chloroform eine blutrote Farbe annehmen müssen.

Die Tatsache, daß die Chloroformlösung, mit Schwefelsäure zusammengebracht, dieser eine blutrote Farbe verleiht, ist deshalb auffällig, weil Reinsch[1] von dem in der weißen Mistel enthaltenen fettartigen, verseifbaren Körper, den er »Viscin« nennt, das gleiche anführt. Da lecithin- und cholesterinartige Stoffe nicht vorlagen, so war es ohnehin naheliegend, die ätherlöslichen Sphärokrystalle für Krystalle eines Fettes anzusehen. Solche Fette von hohem Schmelzpunkt, die bei gewöhnlicher Temperatur oft ansehnliche Krystallbündel bilden, kommen nach Czapek in den Samen tropischer Gewächse nicht selten vor. Die makrochemisch ausgeführte Verseifungsreaktion ergab nun in der Tat das Vorhandensein verseifbarer Substanzen, aus denen eine scharf riechende flüchtige und eine dickflüssige Fettsäure gewonnen wurden, beide allerdings in so geringer Menge, daß eine genauere Bestimmung nicht möglich war.

Die elastische, hyaline Grundmasse, in der die Sphärite sich befinden, erinnert schon in ihren physikalischen Eigenschaften, vor allem durch ihre große Dehnbarkeit und Elastizität, sehr an den Kautschuk, der sich ja im unmittelbar angrenzenden Gewebe vorfindet. Es wurde, um das eventuelle

[1] L. c.

Vorhandensein von Kautschuk zu konstatieren, eine sorgfältig von allen Resten der umgebenden Gewebe befreite Menge der Substanz in Petroleum gelöst und mit einer Lösung von Brom in Tetrachlorkohlenstoff behandelt. Es zeigte sich ein reichlicher Niederschlag. Bei der Bestimmung des in diesem Niederschlage enthaltenen Broms ergab sich zwar ein geringerer Gehalt, als dem Tetrabromid entsprechen würde, der jedoch wohl auf die in der Probe enthaltenen Verunreinigungen zurückgeführt werden kann.

Aus dem angeführten Verhalten der beiden Substanzen ergibt sich, daß in den Zellen, welche über dem Scheibchen des Embryos einen kegelstumpfartigen Körper bilden, einerseits eine kautschukartige hyaline Grundmasse, andrerseits ein dieser Grundmasse in Form von Sphärokrystallen eingelagertes Fett von hohem Schmelzpunkt enthalten ist. Ob man aus dem gleichzeitigen Vorkommen fett- und kautschukartiger Substanzen in dem gleichen Gewebe auf eine genetische Beziehung dieser beiden Substanzen schließen kann, erscheint fraglich. Hierzu wäre zum mindesten eine genaue entwicklungsgeschichtlich chemische Untersuchung des betreffenden Gewebes an frischem Material notwendig.

Strutanthin. In dem breiteren keimlingführenden Teile der reifen Frucht schließen an die Kautschukschichte sechs radial gegen den Keimling gerichtete, in der reifen Frucht auch vielfach im Nährgewebe einzelne Inseln bildende Keile aus sehr großen, unregelmäßig gestalteten Zellen an (Taf. 1, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, 4, *Str.*), die gelb bis dunkelbraun gefärbte Schläuche enthalten, deren Wände von kreisrunden Löchern durchbrochen sind und die im Innern eine entweder schaumige oder aus zahlreichen Kügelchen und Kugeln zusammengesetzte Masse enthalten. Den Übergang zwischen der Kautschukschicht und diesen Gewebskeilen vermitteln tangential abgeflachte Zellen, deren Inhalt ein Mittelding zwischen dem Kautschuk und dem in den erwähnten Gewebskeilen enthaltenen Strutanthin darstellt, braungrau gefärbt und von perlschnurartiger oder körnig-schaumiger Struktur ist.

Zwischen den sechs keilförmigen Gruppen der großen braunen Schaumzellen liegen ebenfalls sechs, vom Fruchtansatz

aus im Bogen an der Innenseite des Kautschukmantels verlaufende Gefäßbündel, die zwei größere Gefäße zeigen und in der reifen Frucht infolge der Ausdehnung des Nährgewebes gedrückt und teilweise obliteriert erscheinen.

Die rotbraunen Zellen der sechs radialen keilförmigen Gruppen, die zwischen den Gefäßbündeln in das Nährgewebe hineinragen, in diesem auch einzelne losgelöste Inseln bilden und gegen den Keimling gerichtet sind, haben eine ganz unregelmäßige Form, oft keine scharfen Grenzen und sind viel größer als die benachbarten stärkeführenden Zellen des Nährgewebes. Bald ist der Inhalt dieser Zellen ein vielfach durchlöcherter Schlauch, der seinerseits von schaumigen, kugeligen oder rosenkranzartigen Massen erfüllt ist (Taf. I, Fig. 4, *Str.*), bald sind es solide, hornartig durchscheinende, braunrote Klumpen, die oft parallele Sprünge zeigen. Diese braunrote, nicht doppelbrechende Substanz, die einen großen Teil des Trockengewichts der *Strutanthus*-Frucht ausmacht und die ich der Kürze halber »Strutanthin« nenne, ist bei Formalin- und Alkoholmaterial sowie im trockenen Zustand hart und spröde, wird jedoch bei längerem Liegen im Wasser weicher und gummiartig elastisch. Gegen Reagenzien ist sie äußerst widerstandsfähig. Salzsäure bewirkt keinerlei Veränderung, konzentrierte Schwefelsäure nur ganz geringe Bräunung; bei längerem Liegen in Salpetersäure werden die braunen Massen hellgelb, weich und lassen sich bei Druck auf das Deckglas zu unregelmäßigen Ballen zerdrücken. Durch Kalilauge und andere starke Basen werden sie tief dunkel gefärbt. Schwarzfärbung erfolgt auch durch Osmiumsäure und durch eine Lösung von Eisenchlorid, während Alkannatinktur keine Färbung bewirkt. Weder in Wasser noch in Alkohol, Xylol, Äther oder Chloroform sind sie löslich. Mit Methylgrün färben sie sich lebhaft grün und halten den Farbstoff fest.

Die Raspail'sche sowie die Millon'sche Reaktion geben kein deutliches Resultat; es ist dies schon aus dem Grunde begreiflich, weil ja die Braunrotfärbung des Strutanthins eine eventuell auftretende Reaktionsfärbung verdecken würde.

Der Verdacht, daß vielleicht unorganische Stoffe einen großen Teil des Strutanthins bilden könnten, wurde durch die

völlige Veraschung, bei der nur ein minimaler Rückstand übrig blieb, widerlegt. Eine von Herrn Prof. M. Hönig in freundlichster Weise vorgenommene Stickstoffanalyse ergab 14—16% Stickstoff, ein Beweis, daß im Strutanthin sehr stickstoffreiche Verbindungen enthalten sein müssen.

Sehr viele Gründe drängen zur Annahme, daß wir im Strutanthin eine ursprünglich flüssige, erst später erstarrte Substanz zu sehen haben. Ein großer Teil des Strutanthins befindet sich in reifen Früchten nicht in Zellen, sondern in Intercellularen. Auch die Wände des Nährgewebes sind vom Strutanthin durchtränkt und bisweilen dringt es in die Zellen selbst hinein. Die Stärkekörner werden bräunlich gefärbt, wahrscheinlich infolge einer Hülle von Strutanthin, ja, man findet auch anscheinend alle Übergänge zwischen den Stärkekörnern und dem kugelig-schaumigen Inhalt der Strutanthinzellen. Wie schon bei Besprechung der gleichartigen Substanz im Marke des Stammes erwähnt wurde, wäre man verleitet, eine Umwandlung der Stärke in Strutanthin anzunehmen. Doch ist es viel wahrscheinlicher, daß es sich bloß um eine Durchtränkung des Zellinhalts mit dem ursprünglich flüssigen Strutanthin handelt.

Ursprünglich, in jüngeren und unentwickelten Früchten, ist das Strutanthin in isodiametrischen, oft ziemlich regelmäßigen Zellen enthalten (Taf. I, Fig. 3, 8; Taf. II, Fig. 3, *Str.*). Durch die starke Entwicklung des Nährgewebes während der Embryoentwicklung wird auf die anderen Teile der Frucht, Kautschukzellen, Gefäßbündel und Strutanthinzellen, ein Druck ausgeübt. Der flüssige Inhalt der letzteren wird infolge dieses Druckes zum Teile aus den Zellen gepreßt, erfüllt die Intercellularen und dringt auch in die stärkeführenden Zellen des Nährgewebes ein, kleidet deren Wände aus und durchtränkt die Stärkekörner. So entstehen jene großen, unregelmäßigen Strutanthinbrocken, die sich auch im Nährgewebe versprengt vorfinden und nicht einzelne Zellen, sondern Komplexe von mit Strutanthin erfüllten Zellen und Intercellularen darstellen. Das Strutanthin erfüllt auch die Gefäße der sechs Gefäßbündel, gelangt durch diese auch in das Kautschuk und Fett enthaltende Gewebe im oberen, verschmälerten Teil der Frucht und bildet

dort bisweilen große unregelmäßige Klumpen. Endlich findet sich das Strutanthin auch — ein sicherer Beweis für seine ursprüngliche Flüssigkeitsnatur — in Form einer homogenen rotbraunen Masse als Ausfüllung des Zwischenraumes zwischen dem Keimling und der Wandung des Hohlraums im Nährgewebe (Taf. II, Fig. 6, *Str.*), in welchem sich jener befindet.

Aus dem chemischen Verhalten, namentlich aus dem Stickstoffreichtum, den Löslichkeitsverhältnissen und der Dunkelfärbung durch Eisenlösungen und durch Osmiumsäure, ergibt es sich, daß wir im Strutanthin wahrscheinlich einen aus Proteïnsubstanzen und harz- oder gerbstoffartigen Stoffen bestehenden Körper zu sehen haben. Die Struktur und die Art und Weise des Vorkommens deuten ferner darauf hin, daß es sich um eine ursprünglich flüssige, vielleicht milchsaftartige, erst in trockenen und fixierten Früchten erstarrte Substanz handelt.

Nährgewebe. Das Nährgewebe, dessen Zellen von Strutanthin durchtränkte braune Wände und einen großen Zellkern besitzen und mit Stärke vollgepropft sind, schiebt sich als sechsstrahliger Stern zwischen die Keile aus Strutanthinzellen (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, *N*). Nach innen zu werden die Nährgewebszellen kleiner und stärkeärmer und gehen endlich in ein ganz kleinzelliges, stärkefreies Gewebe über, dessen Zellen dunkelbraune Wände besitzen: Sie bilden die Wandung des mehr oder weniger zylindrischen Hohlraumes, in dem der Keimling frei liegt. Die beiden Cotyledonen des Keimlings, dessen Gestalt schon früher besprochen wurde, zeigen im Querschnitt eine aus schmalen, palisadenartigen Zellen mit sehr starker Cuticula bestehende Epidermis, darunter eine Reihe großer Zellen mit stark lichtbrechendem Inhalt ohne Stärke und sodann das stärkereiche Parenchym, das der Länge nach von zwei großen, sich verzweigenden und mehreren kleinen Gefäßbündeln durchzogen wird. Das ganze Gewebe des Embryos ist, ebenso wie das des Keimlings von *Viscum*, reich an Chlorophyll und enthält viel Gerbstoff.

Entwicklung der Strutanthus-Früchte. Die Entwicklung der Frucht konnte ich nur in den Hauptzügen verfolgen, da

mein Material zum größten Teil aus ganz reifen, keimlingführenden, zum kleineren Teil aus solchen Früchten bestand, bei denen die Embryoentwicklung aus unbekannten Gründen zum Stillstande kam und die daher in vielen Beziehungen ursprünglichere Verhältnisse zeigten. Ganz junge, unentwickelte Früchte waren nur in sehr geringer Zahl vorhanden.

Gerbstoffreichtum in unreifen Früchten. (Gerbstoffe und Harze.) Bei der unreifen Frucht fällt vor allem der ganz besondere Reichtum an Gerbstoffen auf; beim Schneiden mit dem befeuchteten Messer bilden sich direkt dunkelblaue, tintenartige Tropfen. Bei der ganz reifen Frucht, die wiederum an harzartigen Körpern reicher ist, nimmt der Gerbstoffgehalt auffallend ab. Da nach Wiesner[1] die Resinotanole, also gerbstoffartige Körper, mit der Harzbildung im engsten Zusammenhang stehen, so sind diese Veränderungen leicht erklärlich. Die Verhältnisse bei der Entwicklung der *Strutanthus*-Frucht erscheinen als eine Bestätigung der Wiesner'schen Auffassung.

Die einzelnen Zellschichten des Hypanthiokarps sind in jüngeren Stadien mehr isodiametrisch und nicht tangential abgeflacht (Taf. I, Fig. 3, 8; Taf. III, Fig. 3, *H*). Die kugeligen, goldgelben Öltropfen und ganz dünne Strutanthinschläuche sind schon vorhanden: dagegen enthalten die collenchymatisch verdickten Zellen des Hypanthiokarps statt des blutroten Fettes in nicht ganz reifen Früchten eine goldgelbe in Benzol, Äther etc. nur teilweise lösliche Substanz.

Die innerste Schichte des Hypanthiokarps, aus der später die Schleimzellen, welche die Loslösung vom Perikarp bewirken, und im oberen Teil die Viscinmasse hervorgehen, besteht in jüngeren Stadien aus auffallend kleinen, polygonalen Zellen (Taf. I, Fig. 2; Taf. II, Fig. 3. *Vg*). Jede der Zellen dieser viscogenen Schicht, deren Wände ganz unregelmäßig nach allen Richtungen gehen und von denen wahrscheinlich mehrere gleichzeitig durch Zellteilungen aus einer größeren Zelle entstanden sind, wird fast ganz von einem gelblich gefärbten, runden, hellen Zellkern (Taf. I, Fig. 2, *HK*) ausgefüllt. Diese

[1] J. Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, I. Bd., p. 155.

Schicht, die den Eindruck eines Meristems macht, besitzt in jüngeren Früchten viel mehr Zellreihen als in älteren.

Entwicklung der Viscinkappe. Auf einem Längsschnitt durch eine jüngere Frucht (Taf. I, Fig. 2) erscheint diese viscogene, aus kleinen, polyedrischen Zellen bestehende Schicht im oberen Teile der Frucht etwas verbreitert, indem ihre im unteren Teile ganz kurzen, in mehreren unregelmäßigen Reihen stehenden Zellen in eine einzige Reihe viel längerer, prismatischer, radial und schief nach aufwärts gerichteter, viscogener Zellen (Taf. I, Fig. 2, *VF*; Taf. II, Fig. 9, *Vg*) übergehen. Auf einem Querschnitt durch den oberen Teil einer solchen Frucht sieht man unter diesen Zellen, aus denen später die Viscinmasse hervorgeht, schon zweierlei Formen (Taf. II, Fig. 10, 11, 12, *Vg*), schmälere, die Mutterzellen der Viscinschleimzellen, und breitere, in denen später das »Viscin« entsteht. Die Zellwände der ersteren sind aber in diesem Stadium noch nicht verschleimt und lassen sich zerreißen, ohne Fäden zu bilden. Im Verlaufe der Entwicklung wachsen diese Zellen in radialer Richtung immer mehr in die Länge, um schließlich die geschilderten langen, bandförmigen Viscinschleimzellen zu bilden.

In den allerjüngsten mir vorliegenden Stadien (Taf. II, Fig. 5) erscheint an der Stelle dieser meristematischen viscogenen Schicht eine helle Zone, die aber im Vergleich zu den benachbarten Zellen durch Kleinzelligkeit noch nicht auffällt, weil sie wahrscheinlich erst später zum Meristem und infolge der dabei stattfindenden Zellteilungen kleinzelliger wird.

Außerhalb der viscogenen Schichte befindet sich in diesen ganz jungen Früchten eine auffallende, drei bis fünf Zellreihen starke, nach außen unregelmäßig vorspringende Zone (Taf. II, Fig. 5 *GZ*), deren Zellen von einer gelben bis braunen, in Alkohol, Benzol etc. ganz unlöslichen Masse ausgefüllt sind; diese Masse färbt sich mit Chlorzinkjod braunschwarz, mit Eisenlösungen schmutzig grünschwarz. Es sind diese Zellen nach Lage und Inhalt zweifelsohne die Mutterzellen der schmalen collenchymatisch verdickten Zellen des Hypanthiokarps der reifen Frucht, welche die erst gelbe und später blutrote, fettartige Substanz in sich ausbilden.

Was nun die Entwicklung der vom Perikarp umschlossenen, innerhalb des Hypanthiokarps befindlichen Frucht anlangt, deren äußerste Schicht der Kautschukmantel ist, so treffen wir schon wesentlich ursprünglichere Verhältnisse in solchen Früchten, in denen es, obschon sie sonst eine ziemliche Größe erreicht haben, nicht zur Ausbildung eines Keimlings gekommen ist (Taf. I, Fig. 3, 8; Taf. II, Fig. 3, 7, 8). Da in solchen Früchten auch kein Nährgewebe gebildet wird, so ist die Anordnung der Gewebe eine ganz verschiedene. Durch die Mitte der Frucht zieht ein Zylinder eines kleinzelligen Gewebes mit braunen Zellwänden, der seinerseits mitten von dem schmalen Embryosack durchzogen wird (Taf. I, Fig. 3, 8, *ES*), der nach unten zu bis zur Sclerenchymscheide reicht, nach oben durch den Griffelstrang gegen die Blütennarbe sich vorschiebt. Innerhalb des Embryosacks befindet sich ein wenig- und großzelliges, lockeres Gewebe. Gegen diesen mittleren Gewebszylinder ragen sechs abgerundet-dreikantige Keile vor, deren Zellen von dem besprochenen Strutanthin ganz erfüllt sind. Diese Keile lassen zwischen einander nur ganz schmale, auf dem Querschnitt markstrahlenähnliche Gewebslamellen übrig, so daß in einer solchen Frucht der zentrale sternartige Gewebszylinder von einem kompakten Strutanthinmantel (Taf. I, Fig. 3, 8, *Str.*) umhüllt erscheint. Bisweilen dringen die Strutanthinmassen so gegeneinander vor, daß auch der mittlere Gewebszylinder und der Embryosack verschwindet; dann wird das ganze Innere der Frucht von einer kompakten Strutanthinmasse eingenommen (Taf. II, Fig. 7, 8 *Str.*).

In den Interradien außerhalb dieses Mantels liegen die hier wohlentwickelten und nicht gepreßten Gefäßbündel (Taf. I, II, Fig. 3, *G*). In den Radien, also in der Fortsetzung der Strutanthinkeile als Übergang zur Kautschukhülle, die hier viel breiter erscheint, da ihre Zellen noch isodiametrisch und nicht tangential abgeflacht sind, finden sich jene, schon bei der Beschreibung der reifen Frucht erwähnten mit braungrauem, perlschnurartigem oder körnigem Inhalt erfüllten Zellen.

Kautschuk und Strutanthin. Die Genese dieser Zellen ist die gleiche wie die der Kautschukzellen und in einem etwas

früheren Stadium sind sie von letzteren auch in bezug auf die Löslichkeit nicht zu unterscheiden, während in der reifen Frucht ihr Inhalt im Gegensatz zu dem der Kautschukzellen in Benzol, Äther etc. unlöslich wird. Ursprünglich, bei ganz jungen Früchten, ist zwischen Kautschukzellen, diesen Übergangszellen und den Strutanthinzellen kein Unterschied (Taf. II, Fig. 5, *K*), sie gehen aus ganz gleichartigen parenchymatischen Zellen hervor. Erst bei etwas älteren Früchten beginnt, zuerst im unteren Teile der Frucht an den inneren Kanten der sechs gegen den Embryosack gerichteten Gewebskeile, der ursprünglich gleichartige, graue, feinkörnige Zellinhalt sich zu differenzieren, indem er zuerst graubraun, dann braun wird, die körnige Struktur verliert und ein homogen glasartiges Aussehen erlangt. Zugleich geht die Löslichkeit in Benzol, Äther etc. verloren. Bei der Beurteilung der Art und Weise der Kautschukentstehung ist also auf jeden Fall festzuhalten, daß Kautschuk und Strutanthin aus ganz gleichartigen Zellen, die auch ursprünglich den gleichen Inhalt haben, hervorgehen.

Kautschukentstehung aus Milchsaft. Alle diese Zellen zeigen sich in den allerjüngsten Stadien von einer Menge kleiner Kügelchen erfüllt, die sich mit Alkanna lebhaft rot färben. Die spätere Kautschukzone enthält von diesen Kügelchen, die als Milchsaftkügelchen zu betrachten sind, am meisten. Daß die jungen Früchte der Kautschukmisteln Milchsaft enthalten, sieht man, wie mir Herr Knoop mitteilt, beim Anschneiden derselben; die vegetativen Teile enthalten dagegen keinen Milchsaft. Übrigens wird auch — nach Warburg allerdings bis jetzt nur bei *Phtirusa Theobromae* — der Kautschuk direkt aus dem Milchsaft der unreifen Früchte in der Weise gewonnen, daß diese zwischen Walzen ausgepreßt werden. In dem so erhaltenen, verdünnten und durch ein Sieb vom Schmutz befreiten Milchsaft wird der Kautschuk durch Kochen zur Koagulation gebracht, in der Presse entwässert und als fertiger Fladen versendet.

Milchsaft in Loranthaceen. Daß die Loranthaceen Milchsaft enthalten, war bisher nicht bekannt. Auch in Engler und Prantl's »Natürlichen Pflanzenfamilien« ist weder in der Familiencharakteristik der Loranthaceen noch bei der Beschrei-

bung der Gattungen *Strutanthus* und *Phtirusa* vom Milchsaftgehalt die Rede. Zu erwähnen wäre, daß bei den gleichfalls in die Reihe der *Santalales* gehörigen Familie der Olacineen bei einigen Gattungen (*Heisteria*, *Endusa*, *Cardiopteris* etc.) Milchsaft vorkommt.[1]

Kautschukgenese. Da der Kautschuk nach den neuesten Untersuchungen im Milchsaft schon fertig gebildet vorkommt,[2] so kann man seine Entstehung in der Pflanze gleichzeitig nur mit der Entstehung des Milchsaftes beobachten. Es sind dabei alle diejenigen Fälle ausgeschlossen, wo der Milchsaft überhaupt nicht neu entsteht, sondern dem Samen bereits von der Mutterpflanze mitgegeben wird und sich während der Entwicklung des Samens zur fertigen Pflanze nur vermehrt. Hier, bei den Kautschukmisteln, wo der Milchsaft in den vegetativen Teilen überhaupt nicht vorkommt, muß er in den Früchten neu entstehen; an ausreichendem, frischem Material wäre seine Genese sicherlich zu verfolgen; leider stand mir solches nicht zur Verfügung.

Bei Behandlung von Schnitten durch die jüngsten mir zur Verfügung stehenden Früchte von *Strutanthus*, die noch keine Spur von Stärke enthalten, mit Fehling'scher Lösung zeigten sich über den ganzen Schnitt verstreut Körnchen von Kupferoxydul; in derjenigen Zone, die in ihrer Lage dem späteren Kautschukmantel entsprach, waren aber die Körnchen stets in viel größerer Menge vorhanden. Wenngleich nun das allgemeine Eintreffen der Fehling'schen Reaktion bei meinem mit Formalin, also einem stark reduzierenden Körper, fixierten Material nicht als Beweis für das Vorhandensein reduzierender Stoffe im Schnitt gelten kann, so kann doch die Anreicherung der Oxydulkörnchen in einer bestimmten Zone kaum anders als durch eine entsprechende Anreicherung reduzierender Körper in dieser Zone erklärt werden. Ein Vorkommen derartiger Körper in jenen Zellen, in denen sich später der Kautschuk bildet, wäre deswegen von Bedeutung, weil nach

---

[1] Solereder, l. c., p. 230.

[2] C. Harries, Über den gegenwärtigen Stand der Kautschukchemie. Öst. Chem. Zeitg., XIII, 9, 1910.

Harries[1] der Kautschuk ein Umwandlungsprodukt der Zuckerarten, speziell der Pentosen, darstellt, die zu dem Rest C_5H_8 reduziert werden, der sich wiederum in statu nascendi zum Komplex $(C_6H_{16})x$, also zu Kautschuk kondensiert; übrigens bringt auch Czapek[2] das Kautschukterpen in Beziehung zu den Zuckerarten, indem er darauf hinweist, daß im Milchsaft als Glykosid der Dambonit vorkomme, der sich in die mit dem Inosit identische Dambose überführen läßt. Wenn nun auch die Anreicherung von Cu-Oxydulkörnchen in den Mutterzellen der Kautschukschichte von diesem Standpunkt aus auffallend erscheint, so muß andrerseits nochmals betont werden, daß eine sichere Beantwortung der Frage nach den Substanzen, aus denen der Kautschuk sich bildet, nur an frischem Material möglich sein wird.

Die im obersten verschmälerten Teil der Frucht ausgebildete, aus Fettsphäriten und einer kautschukähnlichen Substanz bestehende kappenartige Masse entwickelt sich verhältnismäßig früh in großen, gegen den Griffelstrang gerichteten radialen Zellen. Der Inhalt dieser Zellen besteht schon in frischen Stadien aus farblosen, stark lichtbrechenden Klumpen, die zwischen gekreuzten Nicols schön leuchtende Krystallnädelchen aufweisen, sich mit Alkanna dunkelrot, mit Jodjodkali goldgelb färben; die Zellen selbst enthalten Zellkern und Plasmaschlauch.

Entwicklung des Embryosacks und des Embryos. Über die Entwicklung des Embryos und des Nährgewebes läßt sich auf Grund meines spärlichen Materials nur folgendes mitteilen. Das untere Ende des Embryosacks wächst auch hier, ähnlich wie bei den von Treub[3] untersuchten Loranthaceen, in eine becherförmige Scheide hinein, deren Zellen aber hier nicht collenchymatisch, sondern sclerenchymatisch verdickt und verholzt sind; diese Sclerenchymscheide ist auch an scharf median geführten Schnitten durch reife Früchte als eine Art Widerlager, gegen das die Spitze der Cotyledonen stößt, zu erkennen (Taf. I, Fig. 3, *KS*). Auch hier, wie bei anderen

---

[1] C. Harries, Ber. d. D. chem. Ges., XXXVIII, 1905, p. 1195.

[2] Czapek, l. c.

[3] M. Treub, l. c.

Loranthaceen, wächst das obere Ende des Embryosacks, sich bedeutend verlängernd, innerhalb jenes Gefäßbündelstranges, der durch die Fruchtknotenwandung zum Griffel führt, nach aufwärts. Dieser das obere Ende des Embryosacks enthaltende »Griffelstrang« durchsetzt jene aus Fett und einer kautschukartigen Substanz bestehende Masse, die bei der Anheftung des Keimlings an die Rinde und während der Keimung wahrscheinlich bei der Ernährung des Embryos eine Rolle spielt; hierbei hat das Scheibchen des Embryos, dem jene Masse aufliegt, wahrscheinlich eine ähnliche Aufgabe wie das Scutellum der Gramineen.

In dem oberen Ende des Embryosacks bildet sich der Embryoträger aus, der aus zwei bis drei Reihen ganz schmaler hyphenartiger Zellen besteht, die bis in den Griffelstrang hineinreichen, andrerseits den noch wenigzelligen Embryo gegen die Scheide hinunterstoßen. Beim Wachstum des Embryos wird hinwiederum der Embryoträger zusammengedrückt; noch beim ziemlich entwickelten Keimling sieht man in der Mitte des Scheibchens die Reste des Embryoträgers, beim ausgewachsenen Keimling sind auch diese obliteriert. Das Nährgewebe scheint, soweit ich konstatieren konnte, nur zum Teil innerhalb des Embryosacks zu entstehen.

Nährgewebeentwicklung. Bei der verwandten *Elytranthe globosa* entwickelt sich nach Treub[1] zuerst im unteren, dann im mittleren Teile des Embryosacks ein Endosperm. Nach Engler, dem auch Früchte von *Strutanthus* und *Phtirusa* vorlagen, soll bei diesen sich ein Endosperm ausbilden, welches speziell bei *Strutanthus* »auch oberhalb der Scheide zwischen sechs Leitbündeln sechs regelmäßige Lappen bildet«.[2] Da nach meinen Beobachtungen dort, wo später der äußere Teil des Nährgewebes sich befindet, auch vor der Entwicklung des Embryosacks und des Keimlings ein entsprechendes, wenn auch stärkeleeres und schwächer entwickeltes Gewebe vorliegt, so erscheint mir die Annahme wahrscheinlich, daß nur der innere Teil des Nährgewebes ein echtes, aus dem Embryo-

[1] M. Treub, l. c.

[2] Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfamilien, p. 175.

sack entstandenes Endosperm ist, während der äußere Teil aus dem schon vor der Befruchtung vorhandenen Achsengewebe dadurch entsteht, daß seine Zellen sich teilen und Stärke speichern. Dieser Teil des Nährgewebes wäre also, obwohl es hier eigentlich keinen Nucellus gibt, eher als Perisperm zu bezeichnen. Das gleichzeitige Vorkommen von Endosperm und Perisperm ist im übrigen bei der systematisch nicht allzuweit entfernten Familie der Piperaceen bekannt.

Vergleichende Untersuchung der Phtirusa-Frucht. Nun mögen zum Vergleiche die Verhältnisse bei der kleineren, der sogenannten mittelfrüchtigen Mistel, *Phtirusa Theobromae* (Willd.) herangezogen werden.

Diese ist nach der Flora Brasiliensis ein mit vielen Greifwurzeln kletternder Strauch, der auf *Theobroma*[1], *Mangifera* und *Nerium* schmarotzt und sowohl im Gebiete des Amazonas als auch in den benachbarten Ländern häufig ist. Er besitzt weißlich graue Äste und ovale ledrige Blätter. Die Blüten stehen gehäuft in vielfach zusammengesetzten Rispen.

Vegetative Teile von Phtirusa. Die Anatomie des Stammes zeigt große Ähnlichkeit mit der des *Strutanthus*-Stammes. Ein äußeres Periderm, rindenständige Sclerenchymzellnester und Bastbündel sind auch hier vorhanden. In der Rinde finden sich Längsreihen würfelförmiger Zellen, deren jede einen prismatischen Krystall von Calciumoxalat enthält. Die Zellen des Markes zeigen ebenso wie die Markstrahlzellen Tüpfel und enthalten wie diese gitterartig von Löchern durchbrochene Strutanthinschläuche, die bisweilen auch, wie in den *Strutanthus*-Früchten, braunschaumige oder perlschnurartige Massen enthalten. In

[1] **Beeinflussung des Parasiten durch den Wirt.** Ob das Theobromin, beziehungsweise das Theïn in die Teile der Mistel übergeht, wäre zu untersuchen. Denn Eichler zitiert in der Flora Brasiliensis vol. V, P. II. p. 134*e* eine Arbeit von Th. Peckolt (»Catalog der pharmacognostischen, pharmaceutischen und chemischen Sammlung aus der brasilianischen Flora zur Nationalausstellung in Rio de Janeiro 1866«, Wien 1868, p. 69), nach der jener Autor in den Blättern eines auf *Coffea* schmarotzenden *Strutanthus* Coffein gefunden haben soll. Es enthielten 10.000 *g* getrockneter Blätter 6·42 *g* Coffein. Da heute die Frage der Beeinflußbarkeit des Reises durch die Unterlage im Mittelpunkte des Interesses steht und das betreffende Zitat an versteckter Stelle sich befindet, so glaubte ich, es hier wiedergeben zu sollen.

seinem chemischen Verhalten ist dieser Stoff dem Strutanthin von *Strutanthus* ganz gleich. Auch im *Phtirusa*-Stamm hat es wohl den Anschein, als ob sich die hier in geringerer Menge als bei *Strutanthus* vorhandenen Stärkekörner in die Strutanthinkörner umwandeln würden, da alle Übergänge vorhanden sind, jedoch könnte es sich auch hier um eine bloße Durchtränkung mit Strutanthin handeln. Auch hier sind große markständige Steinzellgruppen vorhanden.

Das Blatt von *Phtirusa* ist charakterisiert durch den Reichtum an Strutanthin, welches in regelmäßig angeordneten Zellen in Form runder gitterartig durchbrochener Klumpen enthalten ist. Auf dem Querschnitt sieht man jederseits eine solche Zellreihe unterhalb der oberen und der unteren Epidermis; eine gleiche von Strutanthingitterkugeln erfüllte Zellplatte zieht durch die Mitte des Blattes.

Gegenüber dem Strutanthinreichtum des *Phtirusa*-Blattes fällt seine Stärkearmut auf, während das *Strutanthus*-Blatt das umgekehrte Verhältnis dieser beiden Stoffe zeigt. Ein Vikariieren von Stärke und Strutanthin konnte ich übrigens öfter konstatieren.

Fruchtanatomie von Phtirusa. Von der Frucht sagt die Flora Brasiliensis:[1] Bacca oblonga, subtrilinearis, crocea vel rubra, strato viscaceo totum semen obducente; embryo leviter compressus oblongo-lanceolatus, cauliculo brevi obtusissimo cotyledonibus obtusis — eine Beschreibung aus der sich abermals die Verwechslung von Viscin- und Kautschukschichte ergibt. Die 7 bis 10 *mm* lange, 4 bis 5 *mm* breite Frucht ist im Gegensatz zu der von *Strutanthus* meist am basalen Teil breiter und verschmälert sich gegen den viscinführenden Scheitel. Der allgemeine morphologische Aufbau, die Genese und Anordnung der einzelnen Schichten zeigen oft eine ganz merkwürdige Übereinstimmung mit den kleinsten anatomischen und chemischen Details der *Strutanthus*-Frucht, was für eine sehr nahe Verwandtschaft der beiden Genera spricht. In einigen Punkten hingegen zeigen sich bemerkenswerte Abweichungen.

---

[1] L. c.

Auch hier wird die Frucht von dem aus der becherförmigen Blütenachse entstandenen Hypanthiokarp (Taf. I, Fig. 9; Taf. III, Fig. 14, 17, 18, *H*) umhüllt, welches aber nicht nur absolut, sondern auch relativ viel dünner und einfacher gebaut ist als bei *Strutanthus*. Auf einem gemeinsamen kurzen Fruchtstiel stehen immer je zwei Früchte in der Achsel eines schuppenförmigen dreieckigen Tragblattes beisammen; jede Frucht zeigt an ihrer Basis einen nach außen in eine Spitze ausgezogenen kragenförmigen Saum.

Eigentümlicher Bau der Epidermis. Die Epidermis des Hypanthiokarps von *Phtirusa* ist ganz eigentümlich und charakteristisch gestaltet (Taf. I, Fig. 9; Taf. III, Fig. 18, 19, *Ep*). Während die innern basalen Wände eben und dünn sind, zeigen die papillös gewölbten Außenwände eine sehr starke Verdickung. Eine Wölbung entspricht jedoch nicht einer Zelle, sondern durch kreuz und quer verlaufende, auf Außen- und Innenwand senkrechte Scheidewände ist der Hohlraum unter einer Papille in viele kleinere Zellen, deren jede einen Zellkern besitzt, geteilt.

Von außen und von der Fläche gesehen erblickt man große, polygonale Felder, deren jedes einer Papille entspricht; an den Grenzen dieser Felder, also in den Tälern zwischen den Papillen, sind Körnchen einer braunen Substanz abgelagert. Jedes solche Feld ist durch unregelmäßig angeordnete Scheidewände in 4 bis 10 Zellen geteilt. Die verdickten Außenwände der großen Papille sind cutinisiert, während die basalen und die Scheidewände sich mit Chlorzinkjod violett färben, also aus Cellulose bestehen. Die innerste Wandschichte der Epidermiszellen zeigt mit Chlorzinkjod eine dunkelbraune und mit Methylgrün merkwürdigerweise eine leuchtend violette Färbung. Eigentümlich ist auch das Verhalten bei Alkannafärbung; es färbt sich nämlich nicht die Cuticula, sondern die innerste Wandschichte rot.

Auf die Epidermis folgen ungefähr 10 Reihen flacher, schmaler Zellen (Taf. III, Fig. 18, *H*), mit breitgetüpfelten, beziehungsweise treppenförmig verdickten Cellulosewänden, die Plasmaschlauch, Zellkern und einen gelblich körnigen Inhalt besitzen. An diese schließt sich eine Reihe ebenfalls schmaler, aber kürzerer Zellen mit großen, hellen Zellkernen und ver-

schleimten Wänden an, durch welche die Trennung des Hypanthiokarps von der eigentlichen Frucht, von der es sich glatt ablöst, bewirkt wird und die sich am apicalen Ende der Frucht durch Streckung der Zellen in radialer Richtung in den Viscinkragen (Taf. III, Fig. 14, 15, 19, V, *VZ*) umwandelt. Auch hier machen in jungen Früchten die Zellen dieses später verschleimenden Häutchens den Eindruck eines Meristems (Taf. III, Fig. 13, *Vg*).

Viscinkappe. Das Viscin bildet wie bei *Strutanthus* einen den oberen, verschmälerten Teil der eigentlichen Frucht umgebenden, in der Mitte breiten, nach oben und unten auskeilenden Kragen. Die Viscinzellen sind platt bandförmig, einigermaßen den Baumwollhaaren ähnlich, parallel und infolge des Druckes bogenförmig (Taf. III, Fig. 19, *VZ*) über- und nebeneinandergelagert. Sie zeigen beim Dehnen zuerst die eine Streifung vortäuschenden queren Risse und verwandeln sich bei weiterer Dehnung in dünne mit Chlorzinkjod sich lebhaft blauviolett färbende Fäden. Jede Zelle besitzt einen langgestreckten, pfropfenartig im schmalen Lumen steckenden Zellkern (Taf. III, Fig. 19, *ZK*). Neben den Viscinschleimzellen und parallel zu ihnen liegen namentlich in den oberen und unteren auskeilenden Teilen des Viscinkragens auch hier breitere Zellen, die große, langgestreckte, gelbliche Klumpen enthalten, die sich mit Chlorzinkjod dunkelgelb färben und sich in Äther, Benzol etc. lösen. Werden sie nach der Lösung mit Wasser behandelt, so treten sie wieder als hohle Schläuche auf. Die Schleimzellen quellen in Wasser, kontrahieren sich in Alkohol, färben sich mit Chlorzinkjod violett, zeigen also auch hier die Eigenschaften echter Celluloseschleime. Bei *Phtirusa* haftet die Viscinkappe, obwohl sie der Genese nach auch hier zum Hypantiokarp gehört, fest an der Kautschukschichte und bleibt meist beim Ablösen der letzteren an der eigentlichen Frucht haften. Auf einem Querschnitt durch den oberen Teil einer unreifen Frucht (Taf. I, Fig. 9; Taf. II, Fig. 12, *Vg*) sieht man die schmalen, radialen Mutterzellen der Viscinschleimzellen und neben ihnen und von ihnen förmlich umschlossen breitere Zellen mit gewölbten Wänden und stark lichtbrechenden Klumpen als Inhalt; in diesen bilden sich die Viscinharzballen aus.

Kautschukmantel. Als äußerste Schichte des Perikarps, das die eigentliche Frucht umhüllt, folgt nun der bei *Phtirusa* auch relativ viel dünnere Kautschukmantel (Taf. III, Fig. 14, 15, 17, 18, *K*), der außen von einem glatten, aus ganz flachen Plattenzellen gebildeten Häutchen bedeckt wird. Die Kautschukschichte selbst ist in der reifen Frucht ungefähr drei Zellreihen stark. Ihre Zellen sind schmal, tangential abgeflacht und zeigen auch bei reifen Früchten deutlich netzig verdickte Zellwände, die sich bei Quellung in Kalilauge, Behandlung mit Essigsäure, Auswaschen und Zusatz von Chlorzinkjod schön violett färben. Der Kautschuk selbst bildet die Zellen erfüllende wurstförmige Massen, färbt sich mit Jodverbindungen tiefgelb und zeigt eine Menge von Kügelchen, die in einer hellen Grundmasse liegen. Nach Behandlung der Kautschukzellen mit Benzolalkohol löst sich der Kautschuk und es bleibt nun ein körniger, gelblich gefärbter Rückstand in den Zellen zurück. Bei Behandlung mit dem Millon'schen Reagens treten Plasmaschlauch und Zellkern deutlich hervor. Mit Methylgrün färben sich die Wände der Kautschukzellen, während der Kautschuk selbst ungefärbt bleibt. In ganz jungen *Phtirusa*-Früchten sieht man in den Kautschukzellen eine Unmenge kleiner Tröpfchen; es macht hier ganz den Eindruck eines Milchsaftes. Was die Menge des Kautschuks anlangt, so hat Knoop nach Warburg aus fünf Proben unreifer Früchte von *Phtirusa Theobromae* 4·0 bis 10%, im Mittel 7% guten, ziemlich trockenen Kautschuks erhalten. Knoop konstatierte einen großen Unterschied im Kautschukgehalt von verschiedenen unreifen Früchten derselben Art und glaubt, daß dieser Unterschied aus dem Reifezustand allein nicht zu erklären sei.

Strutanthin. Auf die Kautschukzone folgen hier wie bei *Strutanthus* sechs keilförmige Gruppen durchlöcherter Strutanthinschläuche (Taf. III, Fig. 14, 15, 17, 18, *Str*), die mit harzähnlichen braunen Massen erfüllt sind. Im Gegensatz zu *Strutanthus* sind diese keilförmigen Gruppen jedoch gegen das Nährgewebe der reifen Frucht ziemlich scharf abgegrenzt und zeigen nicht in dieses versprengte Zellen. In den von runden großen Löchern durchbrochenen Schläuchen finden sich große Mengen brauner Kugeln, die in der Größe den Stärkekörnern gleichen

und oft miteinander perlschnurartig verbunden sind. In reifen Früchten kann man die Konturen der Zellen nicht mehr erkennen, da die braunen Massen auch die Intercellularen erfüllen. In etwas jüngern Früchten sind die Schläuche in voneinander scharf getrennten Zellen enthalten (Taf. II, Fig. 13, *Str*). Wie ein Längsschnitt durch eine reife Frucht zeigt, sind die Strutanthinschläuche ungefähr dreimal so lang als breit, an den Enden zugespitzt, sichelartig gebogen und ineinander eingekeilt; sie gleichen durchlöcherten mit Kugeln und Klumpen erfüllten Säcken; auch hier handelt es sich wie bei *Strutanthus* bestimmt um eine ursprünglich flüssige, später erstarrte Substanz. Im unteren Teil der Frucht ist das Strutanthingewebe stärker ausgebildet als im oberen.

Zwischen diese sechs Strutanthinkeile schiebt sich das Nährgewebe sternartig vor (Taf. III, Fig. 17, *N*). Am Ende jedes Nährgewebsarmes befindet sich das der Innenseite des Kautschukmantels anliegende Gefäßbündel. Die unmittelbar um das Gefäßbündel befindlichen Zellen des Nährgewebes enthalten im Gegensatz zu den anderen von Stärke strotzenden Nährgewebszellen keine Stärke und zeigen gebräunte, collenchymatisch verdickte Wände.

Auch die innersten Zellen des Nährgewebes, welche den Hohlraum begrenzen, in dem der Keimling sich befindet, sind stärkeleer, klein und haben gebräunte Wände. Dieser Hohlraum ist im Querschnitt nicht wie bei *Strutanthus* oval, sondern kreisrund. Der Keimling selbst (Taf. III, Fig. 17, *Ca*) ist bis auf die geringere Größe dem *Strutanthus*-Keimling ganz gleich. Auch der obere Teil der Frucht zeigt ganz ähnliche Verhältnisse wie bei *Strutanthus*. Das Hypanthiokarp, dessen Grenze gegen das Perikarp schon an der Richtung der Zellen leicht zu konstatieren ist, bildet um die Blütennarbe einen kragenförmigen Saum, den Calyculus (Taf. III, Fig. 14, 15, 19, *Ca*). Innerhalb des Perikarps im oberen, infolge des Druckes des Viscinkragens verschmälerten Teile der Frucht verlaufen an der Innenseite der hier nur dünnen Kautschukschichte die sechs zur Peripherie der Blüte gehenden Gefäßbündel; es umschließt auch hier die Kautschukschichte einen kegelstumpfförmigen Komplex großer Zellen (Taf. III, Fig. 14, 15, *SZ*), die in einer

kautschukähnlichen hyalinen Grundmasse Klumpen nadelförmiger Krystalle enthalten (Taf. I, Fig. 10 *f, e*), die bisweilen als sehr schöne Sphärite mit radiärer und zonarer Struktur (Taf. I, Fig. 10 *g*) ausgebildet sind. Bisweilen gehen diese Sphärite durch mehrere Zellen hindurch. In Äther, Benzol, etc. ist der ganze Inhalt dieser Zellen löslich.

Entwicklung der Frucht. Auch die Entwicklung der Frucht stimmt in den meisten Punkten mit der Entwicklung der *Strutanthus*-Frucht überein. Kautschuk- und Strutanthinzellen haben die gleiche Genese (Taf. II, Fig. 13, *K, Str*); beiderlei Zellen sind schon vor der Entwicklung des Embryos vorhanden und differenzieren sich allmählich im Aussehen und im chemischen Verhalten.

Der ursprünglich eiförmige, kleine Embryo (Taf. III, Fig. 16, *E*) befindet sich zuerst in der Mitte des Nährgewebes und steht durch einen schmalen Embryoträger (Taf. III, Fig. 15, 16, *E Tr*) und zwei bis drei Reihen dünner, hyphenartiger Zellen (Taf. III, Fig. 15, *HZ*) mit dem Griffelstrang in Verbindung. Er wächst nach unten gegen die Collenchymscheide (Taf. III, Fig. 14, *Ko*), ohne diese jedoch in den meisten Fällen zu erreichen, nach oben gegen die kompakte Fett-Kautschukmasse, die in der reifen Frucht dem Scheibchen des Embryos direkt aufliegt und bei der Anheftung und wohl auch bei der Ernährung des Keimlings eine Rolle spielt.

Zusammenfassung.

Eine Anzahl südamerikanischer Loranthaceengattungen, von denen zwei (*Strutanthus* und *Phtirusa*) hier genauer behandelt wurden, besitzen in ihren Früchten beträchtliche Mengen von Kautschuk, während in ihren vegetativen Teilen kaum Spuren davon enthalten sind. Der Kautschuk bildet einen kompakten, den inneren Teil der Frucht, insoweit dieser aus dem Fruchtknoten entstanden ist, einhüllenden Mantel, der aus parenchymatischen Zellen besteht, in deren Inhalt sich der Kautschuk bildet. Der Kautschukmantel ersetzt nicht das Viscin unserer Misteln; denn auch bei den Kautschukmisteln ist, allerdings nur am oberen Ende der Frucht, neben der Kautschukschichte, diese überdeckend, eine Viscinkappe ausgebildet.